

Санкт-Петербургский государственный университет

Григорьева Елена Сергеевна

Сертификация и паспортизация перемещаемых почв в мегаполисе на примере Санкт-Петербурга

Выпускная квалификационная работа магистра

(магистерская диссертация)

Работа выполнена на кафедре прикладной экологии

Научный руководитель:  
профессор, д.б.н. Е.В. Абакумов

Санкт-Петербург

2016

## Оглавление

Введение.....	3
Актуальность .....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	5
1.1 Почвы Санкт-Петербурга.....	5
Природные и антропогенно-измененные почвы Санкт-Петербурга. ....	5
Группы городских почв.....	9
1.2 Экологическое и санитарное состояние почв Санкт-Петербурга.....	12
Законодательство в сфере охраны и качества почв.....	15
1.3 Виды (разнообразие) техногенных привозных субстратов (почвоподобных тел).....	21
Глава 2. Природно-климатические условия Санкт-Петербурга .....	25
Глава 3. Объекты исследования.....	28
Глава 4. Материалы и методы исследования .....	35
Глава 5. Результаты и обсуждение .....	39
1. Морфология и локализация грунтов. ....	39
2. Мезоморфология.....	40
3. Агрегатный состав.....	51
4. Базальное дыхание. ....	54
5. pH водной суспензии.....	55
6. Углерод органических соединений. ....	57
7. Плотность твердой фазы.....	58
8. Состав органического вещества.....	61
Выводы .....	64
Список литературы .....	65

## **Введение**

Почвы являются одним из главных объектов окружающей среды, трудновозобновимым природным ресурсом, который характеризуется плодородием. Они также являются центральным связующим звеном биосферы, основным источником получения продуктов питания, жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, средой обитания и источником существования растительного и животного мира.

Почва является базисом экономического и социального развития, благосостояния общества, национальным достоянием России. Состояние почв оказывает огромное воздействие на окружающую среду и природные ресурсы, уровень экономического и социального развития государства, здоровье населения. Без решения проблем охраны почв невозможно устойчивое развитие биосферы, безопасность и благополучие населения.

Городские почвы являются одним из важнейших компонентов городской среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных, а также основой ведения хозяйственной и иной деятельности.

Так как понятие «земля» вмещает большое число характеристик, то это более общий термин, чем «почвы» и «городские почвы», которые являются только одной из многих характеристик земель[37].

На территории крупных населенных пунктов практически полностью отсутствуют природные типы почв и формируются специфичные органо-минеральные образования с той или иной примесью строительного и бытового мусора, реликтами исходных природных типов почв. Данные образования различными специалистами именуются почво-грунтами, или урболитами, городскими почвами или урбанозёмами и характеризуются той или иной степенью техногенного загрязнения.

Состояние почв имеет важнейшее значение в оценке экологического состояния той или иной территории, так как почвы представляют интерес как минимум в трех направлениях: как исходное звено пищевой цепи, как источник вторичного загрязнения атмосферы и вод и как единый показатель экологического состояния окружающей среды. Кроме того, возможно и прямое негативное воздействие загрязненных почв на здоровье населения. Именно поэтому большинство обследований урбанизированных территорий начинается с исследования состояния почв. Почвенный покров является самой тонкой

оболочкой Земли, и, следовательно, наиболее чувствительной к антропогенному воздействию.

Санкт-Петербург - второй по величине город России с многовековой историей развития диверсифицированной промышленности, большим количеством научных учреждений и центров, что, несомненно, сказалось на состоянии почв и грунтов, находящихся на его территории.

Понятие качества почв очень широко и включает как параметры, влияющие на функции почвы как элемента природной среды и объекта хозяйственной деятельности, так и параметры, характеризующие её опасность для населения, как напрямую, так и опосредованно через её влияние на сопредельные природные среды, растительность, продукты питания.

Таким образом, рассматривая почву как компонент городских экосистем, следует подчеркнуть, что благодаря своим физико-химическим свойствам почва аккумулирует различные экотоксиканты, тем самым становясь одним из важнейших биогеохимических барьеров для большинства токсикантов на пути их миграции из атмосферы города в грунтовые и поверхностные воды. В этом состоит одна из важнейших экологических функций городских почв. Так как на большей части урбанизированных территорий техногенное воздействие преобладает над естественными факторами почвообразования, то в городах мы имеем специфические типы почв, характерной особенностью которых является высокий уровень загрязнения. При максимальном проявлении процессов химического загрязнения почва полностью утрачивает способность к продуктивности и биологическому самоочищению, что ведет к нарушению ее экологических функций.

## **Актуальность**

Городские почвы, являясь составной частью городской природной среды, обеспечивают жизнеспособность всего природно-антропогенного комплекса. Почвы являются поглотителем загрязняющих веществ, выполняют важную санитарно-гигиеническую средозащитную функцию. При сильном загрязнении почвы становятся источником опасности для окружающей среды (сильное загрязнение почв приводит к гибели зеленых насаждений). Почвы в условиях городской среды испытывают

колоссальные нагрузки, по сравнению с теми, которые приходится на их долю в естественных условиях.

В Санкт-Петербурге эта проблема стоит особое остро, так как в настоящее время в мегаполисах большую площадь занимают привозные почвы, которые заменяют нарушенные и загрязненные почвы, а также служат средством озеленения.

Цель настоящего исследования – изучение современной проблематики сертификации и паспортизации почв и грунтов на примере крупного мегаполиса. В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести химический лабораторный анализ на соответствие декларируемым параметрам (содержание гумуса, pH, гранулометрический состав, углерод и т.д.);
2. Выявить проблемные типы ввозимых почв и грунтов;
3. Дать рекомендации по совершенствованию системы добровольной и обязательной сертификации почв и грунтов.

## **Глава 1. Обзор литературы**

### **1.1 Почвы Санкт-Петербурга**

#### **Природные и антропогенно-измененные почвы Санкт-Петербурга.**

В городах спектр почв весьма разнообразен. Почвенный покров мегаполисов, по сравнению с естественными ландшафтами, отличается большим разнообразием антропогенно-преобразованных и сконструированных человеком почв, которые находятся на разных стадиях развития: слабо-, средне- и полноразвитые [3]. Но также включает в себя естественные почвы, урбоестественные и урбаноземы.

Деятельность человека в мегаполисе является одним из факторов почвообразования, которая проявляется в косвенном и прямом воздействии на почвы и почвенные процессы. Косвенное воздействие состоит в преобразовании факторов почвообразования (осадков, температуры, растительности, испарения). Применительно к условиям мегаполиса ограничиваться только описанием средних многолетних

характеристик климата, традиционно используемых для описания факторов почвообразования, не целесообразно. Традиционные данные необходимо дополнить характеристикой полей почвообразования (Б. Ф. Апарин, Е. Ю. Сухачева, 2013), отражающей пространственно-временную изменчивость условий формирования почвы. К полям почвообразования относятся: геофизические (поля осадков, температуры, электрические, магнитные), геохимические (кислотность осадков, форма и состав химических соединений, окислительно-восстановительный потенциал), фитогенные и биогенные. Для территорий мегаполисов характерна высокая мозаичность полей почвообразования [3].

Прямое воздействие на почвы заключается в формировании или своего рода конструировании, подобного естественному, почвенного профиля. Антропогенный фактор, являясь одним из факторов почвообразования, не может сам создать почву в классическом (научном) ее понимании. В агроландшафтах человек целенаправленно изменяет такие параметры как химический состав, свойства и режим почвы, для того, чтобы наиболее эффективно использовать ее важнейшую функцию — плодородие. При этом генетический профиль почвы, как правило, изменяется незначительно. На урбанизированных территориях с разрушенным почвенным покровом для реализации этой же цели человек вынужден создавать почвоподобные образования с плодородным корнеобитаемым слоем, привнося органико-минеральный или органический почвенный материал — продукт почвообразования.

Большинство почв г. Санкт-Петербурга, не достигших 300-летнего возраста, не обладают системными (типоморфными признаками, характерными для естественных почв) свойствами. О начальной стадии формирования почвенного профиля свидетельствует отсутствие или слабое проявление генетической связи между слоями. Горизонтообразующие почвенные процессы в профиле нескоординированы, а система минерально-энергетического обмена несбалансирована.

При оценке возраста почв городских территорий, следует принимать во внимание его противоречивый характер. Возраст поверхностных привнесенных гумусовых горизонтов может быть огромным, до нескольких тысяч лет, в то время как подстилаящая, сформированная человеком минеральная толща, может быть образована недавно.

Разнообразие в строении, свойствах и режимах обуславливает широкое варьирование параметров функционирования почв мегаполисов. При этом каждая почвенная разность вносит свой индивидуальный вклад в обеспечение экологических основ качества жизни населения.

Почвообразующие породы мегаполиса существенно отличаются от естественных как по составу, так и по строению. Их отличительным признаком является гетерогенный состав и строение. Так же они содержат большое количество включений — артефактов различного состава, размера и объема. Антропогенные почвообразующие породы характеризуются, как правило, наличием геохимических барьеров, резких градиентов водопроницаемости, теплопроводности, водоудерживающей способности. На прибрежных территориях г. Санкт-Петербурга среди почвообразующих пород преобладают намывные наносы. Обычно, они слоистые и напоминают аллювиальные отложения.

Главными функциями почв урбозкосистем являются адсорбция продуктов метаболизма города (твердых, жидких, газообразных), преобразование и перенос загрязняющих веществ за пределы почвенного профиля. Городская почва преобразует поступающие в нее вещества различной природы и изменяет их миграционную способность. Процессы разрушения, сорбции и десорбции, растворения, окисления-восстановления, комплексообразования зависят от фракционно-группового состава гумуса; кислотноосновных свойств почвы окислительно-восстановительных условий; биологической активности. Также важной функцией городских почв является — санитарная. Благодаря данной функции происходит минерализация и трансформация поступающих в почву органических веществ, разрушение нефтепродуктов и других органических загрязнителей. Почва способна подавлять активность болезнетворных организмов. Микробиоценоз играет важнейшую роль в осуществлении этой функции. Эффективность данной функции зависит от разнообразия групп и количества микроорганизмов в почве и их биологической активности. Почва адсорбирует патогены, очищая от них сферу жизнедеятельности человека.

Между почвой и приземным слоем воздуха происходит постоянный газообмен. Эмиссия газов почвами является важным регулятором состава атмосферного воздуха. Это обусловлено биологической активностью почвы, разнообразием микрофлоры, водно-и воздушно-физическими свойствами почвы.

В городе, «запечатанном» в асфальт, почвы выполняют важную терморегулирующую функцию, особенно в летний период. Эффективность теплообмена почвы с атмосферой зависит от теплоемкости, тепло- и температуропроводности почв. Огромную роль в обеспечении экологических основ качества жизни населения играют зеленые насаждения [3].

Исходя из значимости выполнения тех или иных функций городскими почвами, при разработке классификации почв мегаполисов необходимо высоко оценить мощность гумусового или органогенного горизонта, с которым связано выполнение большинства функций. При рассмотрении почвы должна учитываться степень генетической связи между слоями, их соответствие профилеобразующим процессам, характерным для почв этой природной зоны, происхождение и состав поверхностного горизонта.

Основу классификации почв мегаполисов, как и естественных почв, составляет морфолого-генетический анализ профиля: строения, состава, свойств. Для условий Санкт-Петербурга учитывается глубина профиля до 100 см, т.е. до нижней границы проявления процессов почвообразования в естественных почвах региона, дифференцирующих профиль на генетические горизонты [4].

Цель классификации городских почв заключается в разделении всех почв мегаполиса на группы по совокупности горизонтов и признаков с учетом их влияния на эффективность выполнения функций. Объектами классификации являются: естественные полнопрофильные почвы, антропогенно трансформированные почвы; искусственно сконструированные поверхностные образования.

В российском и мировом почвоведении нет общепринятой классификации городских почв. Одной из причин этого является отсутствие единых подходов к номенклатуре и систематике почв городов. В официально принятой в России классификации почв, опубликованной в 1977 г. [23] и используемой по настоящее время, почвы городов не рассматриваются. Однако в новой классификации почв России 2004 г. [24] антропогенным почвам уделено заметное внимание. К этому времени уже были предложены подходы и схемы номенклатуры и систематики почв городов. Опыт исследования почв Санкт-Петербурга выявил острую потребность во встраивании городских почв в общую структуру классификации почв России.



Также, следует отметить, что в городской черте обычно на окраинах больших городов, в лесопарках встречаются почвы с ненарушенным строением (естественные почвы).

При различных типах воздействия, таких как сведение древесной растительности, работа спецтехники, может быть нарушена только верхняя часть естественного сложения почвенного профиля. Такие почвы классифицируются как турбированные на уровне подтипа в типах естественных почв.

Часто город расширяет свою территорию на прилегающие освоенные и используемые в сельском хозяйстве земли, на которых сформировались различные агроестественные почвы и агроземы, имеющие специфический агрогенный горизонт.

В результате срезания одного или двух поверхностных горизонтов образуются абрадированные почвы (подтипы в типах естественных почв). При более глубоком срезании, когда на дневную поверхность выходит в той или иной степени сохранившийся срединный горизонт, почва относится к отделу абраземов. При строительстве нередко почва полностью уничтожается и на поверхности оказывается порода. Горная порода и абраземы являются неустойчивыми образованиями и, как правило, эволюционируют сначала в слаборазвитые почвы, затем в органо-аккумулятивные.

### **Группы городских почв**

**Естественные почвы.** Естественные почвы Санкт-Петербурга включают в себя лесные почвы, чье морфологическое строение свидетельствует об отсутствии или слабом антропогенном воздействии.

Состав почвенного покрова представлен полугидроморфными (глееватыми) почвами и гидроморфными минеральными и органогенными почвами. Полностью отсутствуют автоморфные почвы, что связано со слабой дренированностью территории.

Полугидроморфные почвы включают в себя дерново-подзолы глубокие глееватые супесчаные, сформированные на озерно-ледниковых песках, приуроченные к лесным угодьям в виде однородных ареалов и сочетаний с глеевыми аналогами.

По данным Апарина и Русакова (2003) основными фоновыми почвами являются подзолы, дерново-подзолы и дерново-подзолистые глеевые почвы. Для глеевых почв, на

той или иной глубине, обязательно присутствие глеевого горизонта ржаво-сизых или сизых тонов.

Дерново-подзолы (включая иллювиально-гумусовые) глубокие супесчаные глеевые на озерно-ледниковых песках и двучленных наносах, а также подзолы мелкие иллювиально-гумусовые супесчаные глеевые развиты в лесных массивах у п. Янино и к югу от трассы Санкт-Петербург – Мурманск. Дерново-неглубоко- и глубокоподзолистые глеевые суглинистые (в основном легкие суглинки) почвы сформированы на суглинистых однородных и двучленных породах. Ареалы данных почв равномерно распространены среди лесных массивов.

Торфяно-подзолистые глеевые почвы отличаются присутствием торфяного горизонта (до 30 см) вместо гумусового. Они встречаются в районе трассы Санкт-Петербург – Колтуши в сочетании с дерново-подзолистыми глеевыми почвами [2].

К югу от р. Оккервиль, в виде одиночного ареала, отмечены дерново-глеевые среднесуглинистые почвы на озерно-ледниковых глинах.

Болотные иловато-глеевые почвы занимают обширную депрессию к югу от трассы Санкт-Петербург – Мурманск. В данных почвах присутствует поверхностный минеральный глеевый, зачастую прогумусированный, горизонт. Часто выклиниваются на поверхность почвенно-грунтовые воды.

Болотные низинные торфяные маломощные (мощность торфа 52 см) почвы находятся на севере в районе Парнаса и п. Торфяное. Мощные (более 2 м) низинные торфяники, приуроченные к низинному болоту, расположены на юге, в районе Купчино и Шушар, где велись торфяные разработки.

**Агроестественные почвы.** Данные почвы объединяют пахотные аналоги естественных почв, с частично сохранными естественными горизонтами. Отличаются наличием агрогенно-преобразованного горизонта [2].

**Агроземы.** К агроземам относят почвы, профиль которых состоит из агрогеннопреобразованного гомогенного органогенного горизонта мощностью более 25 см, который резко (иногда постепенно) сменяется любым естественным срединным генетическим горизонтом или непосредственно почвообразующей породой. Данный агрогенно-преобразованный горизонт представляет собой производное одного или

нескольких верхних горизонтов естественных почв (преимущественно органогенных или элювиальных).

Автоморфные почвы, которые представлены агроземами супесчаными на водно-ледниковых и озерно-ледниковых песках. Ареалы данных почв приурочены к повышенным элементам мезорельефа в пределах Юкковской возвышенности, а также придолинным дренированным участкам правобережья Большой Охты.

Глубокооглеенные агроземы представлены агроземами супесчаными (преобладают) и легкосуглинистыми, которые сформировались на озерно-ледниковых супесях и суглинках. Ареалы данных почв находятся вблизи Мурино, Рыбацкого, а также небольших массивов в районе Уткиной Заводи.

По обе стороны р. Оккервиль в районе п. Кудрово находятся глееватые агроземы осушенные, представленные среднесуглинистыми разновидностями на озерно-ледниковых глинах.

Глеевые агроземы имеют супесчаный и среднесуглинистый гранулометрический состав, сформированный как на однородных (озерно-ледниковые супеси, пески и морена), так и на двучленных породах. Распространены на мелиорированных пашнях в районе Парнаса, Бугров и к северу от п.Янино. К северу от р. Оккервиль и в районе Шушар распространены среднесуглинистые агроземы.

**Техногенные поверхностные образования.** В пределах городских и промышленных зон широко распространены техногенные поверхностные образования. Они могут быть представлены целенаправленно сконструированными почвоподобными телами, а также остаточными продуктами хозяйственной деятельности, которые состоят из природного и/или новообразованного субстрата. К таким техногенным поверхностям относятся урбиквализемы, которые представляют собой гумусированные, внешне сходные с почвами, почвоподобные образования. Они состоят из одного или нескольких слоев гумусированного или иного плодородного органогенного материала, которые могут подстилаться смесью минерального горизонта и антропогенных включений, состоящих из остатков строительных материалов, коммуникаций, дорожных покрытий и т.п. [2]

## 1.2 Экологическое и санитарное состояние почв Санкт-Петербурга

В настоящее время на территориях мегаполиса для выявления причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания населения особое внимание уделяется исследованиям почвы. Так как именно они в наибольшей степени аккумулируют техногенное химическое загрязнение.

Городские почвы, являясь аккумулялирующим компонентом городского ландшафта, накапливают многие микроэлементы, к их числу также относятся тяжелые металлы. К тяжелым металлам (ТМ), которые составляют основную группу загрязнителей городской среды, относятся химические элементы с атомной массой выше 50 атомных единиц (независимо от их плотности) или обладающие высокой плотностью. В геохимии и биогеохимии тяжелые металлы рассматриваются с учетом биологической активности и токсичности их концентраций для всех организмов, в том числе и человека. Наиболее распространенными ТМ являются Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Pb, Cr, Cd и др. Многие из них являются биофильными, то есть необходимыми для нормального функционирования живых организмов. Однако при существенном повышении их содержания в почве концентрации их становятся токсичными.

Содержание тяжелых металлов в городских почвах обусловлено разными источниками: 1) почвообразующими горными породами, 2) насыпными субстратами, 3) атмосферными выпадениями и др. Перенос и выпадение атмосферных аэрозолей и пыли техногенного происхождения корректируется высотой и характером застройки, продуваемостью кварталов, соотношением заасфальтированной и озелененной площадей [22]. По данным федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», в центральном районе на двух автоматических станциях мониторинга (АСМ) загрязнения атмосферного воздуха - №6 (Инженерная ул., д. 6) и № 10 (пл. Александра Невского), в 2010 г. отмечался повышенный уровень загрязнения воздуха пылью на обеих точках; высокие концентрации диоксида азота/оксида азота зафиксированы на АСМ № 10; максимальные из среднемесячных по городу концентраций бензпирена — на АСМ № 6; высоко здесь и загрязнение воздуха аммиаком. Что касается тяжелых металлов, то превышение ПДК за год отмечено только на АСМ № 10 в июле 2010 г. Индекс загрязнения воздуха (ИЗА) на АСМ № 6 рассматривается как очень высокий (ИЗА —

16,4), на АСМ № 10 — как высокий (ИЗА — 9,7). На территории района также находятся две станции автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха: № 7 (Шпалерная ул., д. 56) и № 12 (ул. Пестеля, д. 1), где ведется измерение ряда параметров, в том числе оксидов углерода, азота и разных органических соединений. Превышения по этим параметрам отмечены на обеих станциях. Что касается концентраций взвешенных частиц и тяжелых металлов — эти показатели на данных станциях не определяются. Наиболее загрязненный воздух над центральными магистралями района — Невским, Лиговским и Литейным проспектами. Основным источником загрязнения воздуха является непрерывный ежедневный поток через территорию центрального района внутригородского и транзитного транспорта. Определенный вклад вносят и имеющиеся промышленные предприятия [33,34]. Загрязнение почв отражает общую экологическую обстановку центрального района. Статистический анализ концентраций химических элементов в верхнем горизонте урбаноземов выявил их большую изменчивость (табл. 1). Наибольшие преобразования в урбогеосистемах претерпевает Mn, возглавляющий биологический круговорот в природных зональных геосистемах; его коэффициент вариации (V) составляет 88,6%. Высокий коэффициент вариации отмечен и для биофильных элементов Cu (V = 60,52%) и Zn (V = 55,32 %), что обусловлено, как и для основного загрязнителя Pb (V = 61,36%), локальными ситуациями [45].

Анализ полученных результатов по центральному району Санкт-Петербурга свидетельствует о пространственной мозаичности и временной изменчивости содержаний микроэлементов, что является закономерностью техногенного загрязнения городских почв.

Оценка современного экологического состояния почв урбогеосистем, испытавших антропогенный пресс, проведена по относительным показателям, что позволяет сравнивать их уровни загрязнения. Такими показателями являются коэффициенты концентрации (Кк), которые представляют собой отношение содержания тяжелых металлов в исследуемом почвенном образце к локальному фоновому значению соответствующего элемента, вычисленные по трем уровням (среднее, минимум, максимум) их содержаний, и суммарный показатель загрязнения (Zc) для всех пробных площадок центрального района и площадок, приведенных в статье Э. И. Слепяна [41]. Суммарный показатель загрязнения (Zc) рассчитан с учетом класса опасности тяжелых металлов (1-й класс — Zn, Pb, Cd; 2-й — Cr, Ni, Cu, Co; 3-й — Fe, Mn, Sr, Ba), которым

придавались коэффициенты веса 1,5, 1,0 и 0,5, соответственно [8]. Основными загрязнителями урбаноземов в центральном районе по значениям Кк являются Zn, Pb, Cd, Cu. По цинку максимальный Кк отмечен во дворе ФИНЭКа (Банковский пер., д. 6), высокие значения на Невском пр. (по данным Э. И. Слепяна, 1999); по свинцу существенные показатели Кк отмечены в сквере Галины Старовойтовой (Суворовский пр., 35), на Преображенской пл., на Харьковской ул. и в Сангальском саду; по данным Э. И. Слепяна с соавторами [41] зона максимального загрязнения свинцом находится на пересечении Невского пр. и Малой Конюшенной. Максимальные Кк по кадмию выявлены на Харьковской ул. и в сквере Галины Старовойтовой. Результаты как по количественным характеристикам, так и по пространственному распределению соответствуют данным по загрязнению почв города, приведенным в работе А. В. Горького, Е. А. Петровой [11]. Среднее значение суммарного показателя загрязнения поверхностных горизонтов урбаноземов в центральном районе составляет 36,52 с диапазоном 9,97 — 77,06. Эти данные позволяют отнести почвы района к опасной категории (табл. 1). К 1-му классу опасности часто относят хром, учитывая его высокую биологическую активность и канцерогенность. Кк хрома в почвах центрального района — 2,34 (пределы 0,07–12,56). Если принять это во внимание, то экологическое состояние городской среды центрального района более неблагоприятно. По данным Уфимцевой и Терехиной (2014) особенно интенсивная педогеохимическая аномалия находится на углу Невского пр. и Малой Конюшенной (высокая транспортная нагрузка) и на территории, прилегающей с востока и запада к железнодорожному транспортному узлу — Московскому вокзалу. Максимальные значения Zc в зоне этой аномалии отмечены на территории школы, выходящей на Харьковскую ул. (75,18), в сквере Галины Старовойтовой на Суворовском пр. (69,96), снижаясь на остальной её территории до 50,7–51,9. Высокие значения Zc рассеянно встречаются и на других участках центрального района (двор ФИНЭКа на Банковском пер. — 64,19; Преображенская пл., 56,4) [45]. Для Шереметьевского сада, находящегося на территории центрального района, Zc составляет 20–88 [27], что соответствует данным, указанным выше.

Таблица 1. Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения  $Z_c$  [28]

Категория загрязнения почв	Значение $Z_c$	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболевания детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение уровня общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение уровня общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системой
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение уровня общей заболеваемости детского населения, женщин с нарушением репродуктивной функции (увеличение числа преждевременных родов и др.)

Дифференцированная оценка данных показывает, что к опасной категории загрязнения принадлежит 48% проб, к умеренно опасной — 37% и к допустимой — 15%. Из этого следует, что почти половина центрального района характеризуется как опасная по уровню загрязнения почв. [45]

#### **Законодательство в сфере охраны и качества почв.**

Качество жизни, здоровье и благополучие населения тесно связаны с состоянием окружающей среды, в том числе и с санитарным состоянием земель населённых пунктов. В этой связи, нужно думать о том, как на государственном уровне осуществляется контроль за качеством почв, а также о системе различных мероприятий, направленных на предупреждение ухудшения санитарного состояния почв населённых пунктов.

На федеральном уровне основным законом, регулирующим отношения в сфере санитарной охраны почв, является Федеральный закон Российской Федерации № 52-ФЗ

«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. В рамках данного закона почва является фактором внешней среды, который способен повлиять на здоровье и условия проживания человека в эпидемическом и гигиеническом отношении. Санитарно-эпидемиологические требования, предъявляемые к почвам указаны в статье 21 данного закона:

1. Содержание потенциально опасных для здоровья человека химических и биологических веществ, различных организмов, а также радионуклидов в почвах городских и сельских поселений и сельскохозяйственных угодий не должно превышать предельно допустимые концентрации (уровни), установленные санитарными правилами.

2. Содержание территорий городских и сельских поселений, промышленных площадок должно отвечать санитарным правилам [46].

На территории РФ производится сертификация соответствия качества почв установленным санитарно-эпидемиологическим требованиям. Данная сертификация проводится

на обязательной основе и регламентируется Федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. Также может проводиться на добровольной основе согласно разработанным ранее нормативам (ГОСТ, СанПиН, ГН) [47].

На региональных уровнях вопросу качества почв большее внимание уделяется в городах федерального значения – Москве и Санкт-Петербурге.

В настоящее время, в г. Москва принят и успешно используется Закон г. Москвы № 31 «О городских почвах» от 04.06.2007 г. Данный закон предусматривает ряд мер по обеспечению охраны городских почв, включающих в себя принятие и выполнение целевых программ в области охраны и рационального использования городских почв, восстановление деградированных почв и установление ответственности за нарушение требований в области охраны почв. В статье 3 перечислены основные принципы охраны и рационального использования городских почв:

- 1) сохранение и улучшение городских почв и их плодородного слоя;
- 2) контроль за территориями с незапечатанными почвами и соблюдение их установленных минимальных размеров;
- 3) наблюдение за уровнем деградации городских почв и обеспечение мер по



снижению негативного воздействия на городские почвы;

4) общедоступность информации об экологическом состоянии почв города и мерах, принимаемых для их улучшения;

5) обязательное возмещение вреда, причиненного городским почвам;

6) соблюдение требований стандартов качества городских почв.

Также данный закон регламентирует отношения в области экологического мониторинга и предполагает проведение компенсационного оздоровления почв при запечатывании территории. Важным аспектом является введение таких понятий как реестр городских почв, паспорт городских почв и почвенная карта города. Этим же Законом установлены меры по осуществлению почвенно-экологического мониторинга, цели, принципы и общие организационно-правовые основы которого, определены в Законе г. Москвы № 65 «Об экологическом мониторинге в городе Москве» от 20.10.2004 г. [17].

Закон г. Москвы № 17 «О защите зелёных насаждений», также можно отнести к списку законодательных актов, косвенно осуществляющих охрану почв. Данный закон определяет ответственность за загрязнение почвы, как части зелёного массива [18].

Последовав примеру Москвы, Законодательным Собранием Санкт-Петербурга был принят Закон № 155-21 «Об экологическом мониторинге на территории Санкт-Петербурга» от 17.04.2006 г. и Закон № 396-88 «О зелёных насаждениях в Санкт-Петербурге» от 28.06.2010 г. А также разработана нормативно - методическая базой для осуществления надзора за состоянием почв и грунтов Санкт-Петербурга и принятия управленческих решений правила по ведению реестра и охраны городских почв - Правила охраны почв в Санкт-Петербурге, 2006 г. [19.20].

В соответствии с перечисленными выше федеральными законами, положениями и прочими нормативно-правовыми актами разработана нормативно-методическая база санитарной охраны почв, которая включает в себя государственные стандартизированные материалы (ГОСТ), санитарные правила и методические указания:

1. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения.
2. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
3. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.

4. ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания.
5. ГОСТ 17.4.2.03-86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв.
6. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
7. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
8. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
9. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
10. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
11. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
12. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
13. ГОСТ Р ИСО 14507-2011 Качество почвы. Предварительная подготовка проб для определения органических загрязняющих веществ.
14. СанПиН 2.1.7.1287-03. Почва, очистка населённых мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.
15. СанПиН 42-128-4433-87. Общесоюзные (общегосударственные) санитарно-гигиенические и санитарно-противоэпидемиологические правила и нормы. Методы определения загрязняющих веществ в почве.
16. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обеззараживанию отходов производства и потребления. Москва. 2003.
17. СП 2.1.7.1386-03. Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Москва. 2003.
18. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».
19. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы (нормативные материалы). Москва, 1993.

20. Гигиенические нормативы. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06. Москва 2006.
21. МУ 2.1.7.730-99. Почва, очистка населённых мест, бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест. Методические указания. Минздрав России, Москва 1999.

Оценка качества почв земельных участков выполняется как на стадии землеустройства, землеотведения, так и в процессе любого вида хозяйственного использования. Еще на стадии разработки проектов производится предварительная оценка качества почв для определения возможных экологических ограничений, связанных с их состоянием, необходимых мероприятий по санации (реабилитации) территорий [38].

Качество почв определяется по многочисленным параметрам, которые характеризуются способностью почв выполнять свои экологические функции на территории города. В первую очередь, различаются показатели, влияющие на жизнедеятельность почвенных организмов, а также способность почв обеспечивать произрастание растительности (механический состав и плотность, содержание гумуса, реакция почв, и т.д.) и показатели, влияющие на состояние среды обитания человека и его здоровье (санитарно-химические, эпидемиологические и радиационные показатели).

Первая группа показателей используется только для участков озеленения, рекреационных зон, в то время как показатели второй группы распространяются на всю территорию города, включая запечатанные почвы и не скальные типы грунтов.

Нормативы качества почв являются экологически обоснованными лишь тогда, когда учитывается целевое назначение территории, буферная способность почв, а также уровни фоновых концентраций. Действующие в настоящий момент «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы СанПиН 2.1.7.1287-03» не устанавливают дифференцированного подхода к оценке качества почв различных категорий использования (определяют единые требования как к сельскохозяйственным, так и к городским почвам); не имеют механизма, позволяющего учитывать сложившийся уровень загрязнения при оценке качества почв; не учитывают буферную способность почв [38].

Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы изложены в СанПиН 2.1.7.1287-03. Настоящие санитарные правила предъявляют требования к качеству почвы различных территорий в зависимости от их функционального назначения и использования. Санитарно-эпидемиологические требования предъявляются к жилым территориям, рекреационным и курортным зонам, зонам санитарной охраны водоемов и прибрежных водоемов, территориям сельскохозяйственного назначения и другим, где возможно влияние загрязненных почв на здоровье человека и условия проживания [36].

В почвах городских и сельских поселений и сельскохозяйственных угодий содержание потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, биологических и микробиологических организмов в почвах на разной глубине, а также уровень радиационного фона не должны превышать предельно допустимые концентрации (уровни), установленные санитарными правилами и гигиеническими нормативами.

Гигиенические требования к качеству почв устанавливаются с учетом их специфики, почвенно-климатических особенностей населенных мест, фонового содержания химических соединений и элементов.

В качестве фоновых значений концентраций химических веществ используются региональные показатели почв.

Гигиенические требования к качеству почв территорий населенных мест устанавливаются в первую очередь для наиболее значимых территорий (зон повышенного риска): детских и образовательных учреждений, спортивных, игровых, детских площадок жилой застройки, площадок отдыха, зон рекреации, зон санитарной охраны водоемов, прибрежных зон, санитарно-защитных зон.

Согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 в почвах на территориях жилой застройки не допускается:

- по санитарно-токсикологическим показателям - превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических загрязнений;
- по санитарно-бактериологическим показателям - наличие возбудителей каких-либо кишечных инфекций, патогенных бактерий, энтеровирусов. Индекс санитарно-показательных организмов должен быть не выше 10 клеток/г почвы;

- по санитарно-паразитологическим показателям - наличие возбудителей кишечных паразитарных заболеваний (геогельминтозы, лямблиоз, амебиаз и др.), яиц геогельминтов, цист (ооцисты), кишечных, патогенных, простейших;

- по санитарно-энтомологическим показателям - наличие преимагинальных форм синантропных мух;

- по санитарно-химическим показателям - санитарное число должно быть не ниже 0,98 (относительные единицы).

Почвы, отвечающие всем выше перечисленным требованиям, следует относить к категории "чистая".

Гигиеническая оценка почвы проводится с целью определения ее качества и степени безопасности для человека, а также разработки рекомендаций по снижению химических и биологических загрязнений [40].

### **1.3 Виды (разнообразие) техногенных привозных субстратов (почвоподобных тел)**

Ученые характеризуют почву как совокупность природных тел на поверхности земли, измененную или полностью сконструированную человеком из природных материалов, содержащую живую материю и способную поддерживать жизнь растений [57].

Почвы в городских ландшафтах формируют основу для многих экологических процессов, таких как биогеохимический цикл, распределение растительных сообществ в пространстве и, в конечном счете, места активности людей [51].

Площадное распределение "естественной" или ненарушенной (или минимально нарушенной) почвы изменяется обратно пропорционально степени урбанизации. Для высоко урбанизированных районов пространственное распределение естественных почв ограничивается небольшими участками, которые зачастую обладают низкими почвенными показателями [54].

Система классификации почв представляет собой комплексные данные для большого количества типов почв. Международное общество почвоведов, Международный информационно-справочный центр по почвам, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций разработали проект «Всемирной

справочной базы по почвенным ресурсам» (World Reference Base for Soil Resources) [53,58].

В настоящее время чувствуется недостаток целостной классификации различных техногенных поверхностных образований и отложений, оказывающих интенсивное воздействие на литосферу и педосферу.

В данный момент действует ГОСТ 25100-95, который объединяет большинство искусственных образований и отложений под общим термином «техногенные грунты», т. е. естественные грунты (горные породы и почвы), измененные или перемещенные в результате производственной и хозяйственной деятельности человека, а также различные антропогенные образования [31].

Также, выделяют природные перемещенные (техногенно-переотложенные) образования – природные грунты, которые были перемещены с мест их естественного залегания, частично подвергнутые производственной переработке в процессе их перемещения.

Для техногенных поверхностных образований существует большое количество классификаций, но в настоящий момент не создано ни одной объективной систематики, которая бы учитывала различные условия и факторы образования отложений.

При изучении «антропогенных» и «техногенных» почв некоторые авторы выделяют типы и классы (по происхождению): класс «антропогенных почв» с двумя основными типами – техноземы и литоземы, которые в дальнейшем подразделяются по почвенным признакам и по мощности [16]. Также, выделяются деградированные и деструктурированные почвы (засоленные, подкисленные, радиоактивные и т. д.) с различной степенью деградации [5].

Выделяют почвы, которые в результате деятельности человека, меняют определенные свойства, вплоть до формирования нового почвенного горизонта. Такие почвы или почвенные образования называются антропогенно-измененными (трансформированными, модифицированными) [10].

Антропогенно-измененные почвы – это почвы, профиль которых состоит из агрогенно-преобразованного гомогенного органогенного горизонта, резко сменяющегося любым естественным генетическим почвенным горизонтом или непосредственно

почвообразующей породой [24,10]. То есть это такие почвы, в которых техногенные и антропогенные процессы не затрагивают весь почвенный профиль, и практически не изменяют ее генетические свойств.

Предполагается, что антропогенно-измененные почвы и техногенные поверхностные образования отражают взаимодействие человека с природой и не всегда несут историческую информацию [21].

При погребении естественного почвенного профиля слоем природного минерального или органо-минерального, или наноса искусственного материала небольшой мощности до 40 см образуются тела, которые классифицируются как гумусово-, арти-, урби-, токсично-стратифицированные почвы (подтипы в типах естественных почв).

Почвенные тела, сохранившие свое естественное строение и находящиеся под асфальтом или мощным слоем искусственного или природного материала, практически утрачивают большинство связей. Изолированные от окружающей среды, такие почвы не могут адсорбировать продукты метаболизма мегаполиса, преобразовывать и транспортировать поллютанты, не выполняют санитарную, водо-, и газо- и терморегулирующую функции.

Нанесенный на почву мощный слой искусственного материала или породы не включается в классификационную схему, так как не имеет каких-либо признаков почв — нет гумусового или органогенного горизонта, нет системы генетических горизонтов.

Таким образом, из всех возможных вариантов остается один вариант строения поверхностного образования городских территорий — привнесенный (интродуцированный) гумусовый или торфяной горизонт природных почв с прилегающих территорий, покрывающий естественную минеральную породу, либо искусственно созданную толщу. Такие тела в зависимости от их свойств и местоположения имеют в классификациях городских почв [2] специфические названия — хемозем, культурозем, урбанозем (мощность привнесенной толщи более 40 см), урбопочва, технопочва, рекреазем, конструкторзем, реплантозем, урбанозем (мощность привнесенного горизонта менее 40 см).

Нанеся на почвообразующую породу гумусовый слой, человек запускает элементы процесса почвообразования. Профилообразующий процесс в урбоэкосистемах

мегаполиса, существенно отличается от условий природных ландшафтов, в городе его скорость выше. Наличие сформированного гумусового слоя определяет более интенсивный характер обменных процессов между гумусовым и подстилающим его минеральным слоем. На грунтах, не имеющих гумусового горизонта, процесс почвообразования протекает аналогично тому, который развивается в естественных условиях на открытых поверхностях горных пород.

Классификационным признаком для почв города является мощность гумусового горизонта, его вещественный состав и свойства. Новый цикл профилеобразующего процесса в условиях города является ускоренным, это связано с тем, что человек использует уже созданный природой капитал — гумусовый материал естественных почв.

На основе анализа особенностей строения городских почв предлагается в «Классификации и диагностике почв России» в стволе синлитогенных почв наравне со стратоземами, вулканическими, слаборазвитыми и аллювиальными почвами ввести еще один отдел — интродуцированные почвы. Отдел будет объединять почвы, в которых интродуцированный органоминеральный или торфяной горизонт (RY, RU или RT) мощностью менее 40 см залегает на минеральном субстрате D, образованном *in situ* или привнесённом извне.

В отделе «Интродуцированные» выделено 6 типов по характеру органогенного горизонта и по особенностям минерального субстрата, которые перечислены ниже.

- Интродуцированные серогумусовые RY-D. Объединяет почвы с интродуцированным серогумусовым горизонтом мощностью 5–40 см, имеющим резкую нижнюю границу с находящимся под ним минеральным субстратом. Возможно выделение подтипов по наличию в подстилающем субстрате признаков, свидетельствующих о механизмах его формирования и играющих важную роль в выполнении функций почвами.
- Интродуцированные темногумусовые RU-D. Объединяет почвы с интродуцированным темногумусовым горизонтом, резко переходящим в минеральный подстилающий субстрат. Интродуцированные пелоземы RW-D. Объединяет почвы с интродуцированным маломощным (до 5 см) серогумусовым горизонтом, имеющим резкую нижнюю границу с находящимся под ним суглинистым минеральным субстратом.



- Интродуцированные псаммоземы RW-D. Объединяет почвы с интродуцированным маломощным (до 5 см) серогумусовым горизонтом, имеющим резкую нижнюю границу с находящимся под ним минеральным субстратом легкого гранулометрического состава.
- Интродуцированные слоистые RW-Dr. Объединяет почвы с интродуцированным маломощным (до 5 см) серогумусовым горизонтом, имеющим резкую нижнюю границу с находящимся под ним слоистым минеральным субстратом.
- Интродуцированные торфяные RT-D. Объединяет почвы с интродуцированным торфяным горизонтом, резко переходящим в минеральный подстилающий субстрат.

## **Глава 2. Природно-климатические условия Санкт-Петербурга**

Санкт-Петербург - самый северный из городов мира с населением более миллиона человек. Город расположен на северо-западе России, в пределах Приневской низменности, на прилегающем к устью реки Невы побережье Невской губы Финского залива и на многочисленных островах Невской дельты. Площадь территории города — 1439 км<sup>2</sup> [35].

Санкт-Петербург (без учёта пригородов) расположен между 60° 5' (Промзона Парнас) и 59° 48' северной широты (Авиагородок). Координаты исторического центра — 59°57' с. ш. 30°19' в. д. Занимая прилегающее к устью реки Невы побережье Невской Губы Финского залива и многочисленные острова Невской дельты, город протянулся с северо-запада на юго-восток на 90 км. Высота города над уровнем моря по районам: центр — 1—5 м, север — 5—30 м, юг и юго-запад — 5—22 м. Самое высокое место в черте города — Дудергофские высоты с максимальной высотой (Воронья гора) 176 м.

Территория Санкт-Петербурга расположена в зоне сочленения Балтийского кристаллического щита и Русской платформы, которая образована древними осадочными породами. Кристаллический фундамент имеет сложное блоковое строение и залегает на глубинах от 140 м на западной окраине Курортной зоны, до 300 м у южных границ города.

На территории города имеются радиационные аномалии природного характера, которые связаны с урановыми рудопроявлениями. Также имеются техногенные

радиоактивные загрязнения прошлых лет, образовавшиеся в результате деятельности промышленных предприятий и научно-исследовательских учреждений [15].

Климат Петербурга умеренный, переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому. Такой тип климата объясняется географическим положением и атмосферной циркуляцией, характерной для Ленинградской области в целом. Это обуславливается сравнительно небольшим количеством поступающего на земную поверхность и в атмосферу солнечного тепла.

Для города характерна частая смена воздушных масс, обусловленная в большей степени циклонической деятельностью. Летом преобладают западные и северо-западные ветры, зимой западные и юго-западные [14].

Температурный режим Санкт-Петербурга формируется, в большей степени, под влиянием, двух факторов: радиационного режима и циркуляции атмосферы. Проникновение воздушных масс из Атлантики (преимущественно юго-западного и западного направлений) сопровождается обычно ветреной пасмурной погодой, а радиационный фактор больше проявляется при формировании антициклонов – в условиях ясной безветренной погоды.

По данным многолетних наблюдений, средняя годовая температура воздуха составляет 5,6°C. Наиболее холодные месяцы года – декабрь и февраль со средними температурами –7,9...–10,4°C. Наиболее тёплый месяц – июль, со средней суточной температурой воздуха 19,5°C.

В Санкт-Петербурге наблюдается положительный температурный тренд, который обусловлен с одной стороны естественными колебаниями температуры, а с другой стороны, возникновением «городского острова тепла» - локального «возмущения» термического режима приземного слоя воздуха. Центр «городского острова тепла» обычно сдвинут от центра города в сторону направления преобладающих ветров. Так, в Санкт-Петербурге, ядро «острова тепла» находится в Центральном и Адмиралтейском районах.

В среднем, за год в Петербурге бывает 177 пасмурных дней по общей облачности. В солнечные дни, средняя продолжительность сияния солнца увеличивается от 2 часов в декабре до 10,1 часа в июне.

Для Санкт-Петербурга характерна высокая влажность воздуха – около 80% (летом – 60-70%, а зимой – 83-88%).

Санкт-Петербург находится в зоне избыточного увлажнения. Среднегодовая сумма осадков за последние 30 лет составляет 653 мм. Выпадение осадков главным образом определяется интенсивностью циклонической деятельности.

Осадки выпадают неравномерно в течение года: на теплый период приходится 67% (с максимумом в июле – августе) и только 33% – на холодный (минимум в феврале – марте). Твердые осадки преобладают с декабря по февраль, с мая по октябрь – жидкие, а смешанные (мокрый снег или снег с дождём) не бывают только в июле и августе. Годовое количество осадков в северной части города больше, чем в центральных районах, примерно на 11% [49].

Общая протяжённость всех водотоков на территории Санкт-Петербурга достигает 282 км, а их водная поверхность составляет около 7 % всей площади.

Река Нева, впадающая в Невскую губу Финского залива (Балтийское море), является основной водной магистралью города. Наиболее значительны рукава дельты: Большая и Малая Нева, Средняя и Малая Невки, Фонтанка, Мойка, Екатерингофка, Крестовка, Карповка, Ждановка, Смоленка, Пряжка, Кронверкский пролив; каналы – Морской, Обводный, Канал Грибоедова, Крюков канал. Основные притоки Невы, протекающие в черте города: Ижора, Славянка, Мурзинка, Охта, Черная речка.

В дельте Невы расположены острова, крупнейшие из них: Васильевский, Петроградский, Крестовский, Декабристов. Остров Котлин является крупнейшим в Финском заливе [26].

Зелёные насаждения Санкт-Петербурга и пригородов вместе с водной поверхностью занимают примерно 40 % городской территории (по данным на 2002 год). Суммарная площадь зелёных насаждений превышает 31 тысячу га, в их числе 68 парков, 166 садов, 730 скверов, 232 бульвара, 750 озеленённых улиц.

Зеленые зона Санкт-Петербурга располагаются в различных ландшафтных условиях: на террасах побережья Финского залива (парки Стрельны, Петергофа и Ломоносова), моренной равнине (парки г.Пушкин), камовых холмах (Осиновая роща,

Шуваловский Парк). Некоторые парки представляют собой естественные леса, до сих пор сохранившие свой породный состав (Сосновка, Удельный парк) [39].

На окраинах города расположены лесные массивы, сохранившие облик подзоны южной тайги: Ржевский лесопарк, Юнтоловский заказник, лесные островки вдоль реки Охты, Таллинского шоссе, между рекой Невой и железной дорогой на Москву [14].

Таким образом, совокупность факторов почвообразования на территории Санкт-Петербурга способствует формированию специфических групп почв и сложного почвенного покрова, отличающегося от естественных дерново-подзолистых почв, характерных для данной территории.

### Глава 3. Объекты исследования

В качестве объектов исследования были выбраны грунты, предназначенные для озеленения рекреационных зон и жилых кварталов Адмиралтейского, Василеостровского, Петроградского, Приморского и Центрального районов Санкт-Петербурга. Так же для исследования были куплены грунты, предназначенные для выращивания растений на открытом грунте. На рис. 1 представлены места отбора проб и функциональные зоны города в соответствии с Генеральным планом Санкт-Петербурга.



Рисунок 1

### **Адмиралтейский район.**

Адмиралтейский район — административно-территориальная единица Санкт-Петербурга. Расположен на левом берегу реки Невы. Современные границы района существуют с 11 марта 1994 года (после объединения Ленинского и Октябрьского районов). Площадь района - 13,82 км<sup>2</sup>. Население района составляет 162 887 чел. (на 1.01.2016) [44].

Территорию района пересекают с востока на запад река Мойка, канал Грибоедова, река Фонтанка, Обводный канал, а также Садовая улица, а с севера на юг — две лучевых магистрали, протянувшиеся от Адмиралтейства — Гороховая улица и Вознесенский проспект, его продолжение Измайловский проспект, а также Московский, Лермонтовский и Старо-Петергофский проспекты.

В районе расположены такие зеленые зоны как, сад Олимпия (между Клинским и Малодетскосельским проспектами), Измайловский сад (на Измайловском проспекте), Парк «Екатерингоф», Юсуповский сад, Никольский сад, Александровский сад и несколько скверов.

Район занимает лидирующую позицию по выбросу летучих органических соединений (35,4 % от общегородских выбросов). 22,5 % от этих вредных веществ выбрасывает АООТ "Красный треугольник". Также сильно загрязнены почвы района. Концентрация веществ I класса опасности — кадмия и цинка, а этом районе максимальная по городу. Также в почвах района чрезвычайно высоко содержание свинца и ртути [32].

### **Василеостровский район.**

Василеостровский район является одним из четырёх центральных районов Санкт-Петербурга. Васильевский остров является самым крупным в дельте Невы. Западная сторона острова является центральным звеном «морского фасада» Петербурга, а восточная — Стрелка Васильевского Острова — входит в панораму общегородского центра. Общая площадь района - 21,47 км<sup>2</sup>. Население составляет 208 734 чел. (на 1.01.2016) [44].

Территория района включает в себя два крупных острова, которые разделены рекой Смоленкой: Васильевский и Декабристов (Голодай), а также небольшой Серный остров.

Площадь зеленых насаждений острова составляет 118 га, из которых 51 га - кладбища. Остальную площадь зеленых насаждений составляют Румянцевский, Опочинский и Шкиперский сады, два небольших парка и мелкие дворовые скверы [32].

В южной части Васильевского острова в настоящее время работает более 350 крупных и средних предприятий, 48 из них – промышленных. Предприятия черной металлургии (ОАО «Сталепрокатный завод»), машиностроения (ОАО «Севкабель», ОАО «Электроаппарат», ОАО «Пневматических машин и гидроаппаратуры», ЗАО «ЭЛЭС», ЗАО «РЕДЭС ЛТД»), судостроения (ОАО «Балтийский завод», ОАО «Морской завод «Алмаз»), приборостроения (ОАО «Морион», ЗАО «Завод им. Козицкого»), полиграфии (ОАО «Полиграфоформление», ГУП «Картографическая фабрика ВСЕГЕИ», СПб Типография №1 Всероссийского объединения «Наука»), кожевенной (ОАО «Кожа»), меховой (ОАО «Рот-Фронт»), пищевой (ОАО «Петро», ОАО «Хлебозавод Василеостровского завода», ОАО «Невские берега»), швейной (ЗАО «Невский стиль») и других отраслей промышленности. По объемам обращения ПОХиБВ всех классов опасности Василеостровский район занимает второе место в городе [42].

Василеостровский район является зоной распространения ореолов опасной (преимущественно центральная часть района) до чрезвычайно опасной (южная часть и стрелка В.О) степени загрязнения почв [11].

Почвы района представлены техногенными насыпными грунтами (урбиквазизёмы), окультуренными почвами садов и парков (реплантозёмы), погребенными под культурным слоем естественными почвами (урбанозёмы, культурозёмы). Также естественными дерново-глеевыми почвами. На намывных территориях побережья Финского залива имеют место целенаправленно сконструированные почвоподобные образования (конструктозёмы).

#### **Петроградский район.**

Расположен на семи островах в северной и северо-западной части дельты реки Невы - Заячий, Петроградский, Аптекарский, Петровский, Крестовский, Каменный и Елагин. Граничит с Приморским, Выборгским, Василеостровским и Центральным районами. Площадь территории района 24 км<sup>2</sup>. Общая площадь зеленых насаждений около 4,95 км<sup>2</sup> [32]. Численность населения на 1 января 2016 года - 136 613 чел. [44].

По степени загрязненности воздуха Петроградский район входит в число «лидеров». Основными стационарными источниками загрязнения воздуха района являются АООТ «Знамя труда им. И. И. Лепсе», ГУДП завод «Азимутэлектробор», ФГУП «Завод им. Кулакова» и еще порядка пятидесяти предприятий, а также многочисленные квартальные и индивидуальные котельные.

Стабильно отмечается превышение предельно допустимых концентраций по диоксиду азота, пыли, оксиду углерода, фенолу, формальдегиду и этилбензолу. В целом состояние атмосферного воздуха оценивается как одно из самых неблагоприятных среди районов города.

На территории района насчитывается 9 участков чрезвычайно опасного загрязнения (3 % территории района). Главными источниками загрязнения являются автотранспорт и некоторые предприятия, расположенные в дельте реки Карповки и вдоль Петровского проспекта. В наибольшей степени почвы загрязнены на участках, расположенных южнее пересечения Крестовского проспекта и Спортивной улицы; между улицами Большой Зеленина, Барочной, Профессора Попова, Вяземским переулком и Чкаловским проспектом; между улицами Чапыгина, Академика Павлова и проспектом Медиков; между улицами Куйбышева, Мичуринской и Малой Посадской. В целом почвы района загрязнены в опасной степени, лишь небольшая часть Крестовского и Каменного островов имеет умеренно опасную степень загрязнения.

На территории района выявлено 119 участков радиоактивного загрязнения. Зоны повышенной радиации расположены главным образом на территориях завода «Вибратор» и РНЦ «Прикладная химия». 19 предприятий района используют в своей деятельности источники ионизирующего излучения и радиоактивные вещества. Наиболее крупная зона умеренной радоноопасности располагается вдоль левого берега Большой Невки между улицей Академика Павлова, Каменноостровским проспектом, Певческим и Пинским переулками.

### **Приморский район.**

Приморский район является одним из самых крупных районов Санкт-Петербурга. Его площадь составляет 109,87 км<sup>2</sup>. [32]. Район занимает первое место в городе по численности населения. На 1 января 2016 года численность составляет 549 774 чел. Это также лидирующий район по количеству новых застроек и рождаемости, 20 %

построенного нового жилья приходится на Приморский район, а рождаемость за последний год выросла на 9,3 % [44].

Благодаря своему географическому положению район является буферной зоной между центральной урбанизированной частью города и курортной зоной. Район изобилует парками и зелёными зонами такими как: Удельный парк, Юнтоловский заказник, Парк 300-летия Санкт-Петербурга, Новоорловский и Северо-Приморский лесопарки, общая площадь которых занимает  $\frac{1}{4}$  часть района [32]. Значительная доля зеленых насаждений приходится на особо охраняемую природную территорию «Юнтоловского заказника», недоступную для общего пользования.

На территории района осуществляют деятельность более 230 крупных и средних предприятий, среди которых 25 – обрабатывающие производства. Основная часть промышленных предприятий образуют 5 промышленных зон: Чернореченская, Коломяжская, Северо-Западная, Конная Лахта, Горская, общей площадью более 1500 га. Наиболее развитой является Чернореченская промзона. Здесь находятся Завод художественных красок, Лакокрасочный завод «Кронос», Косметическая фабрика «ИРИДА-НЕВА», завод прецизионного станкостроения, абразивный завод «Ильич», НПК «Абразивы и шлифование». По данным Управления по охране окружающей среды при Администрации Санкт-Петербурга, практически вся территория Черной речки имеет степень загрязнения почв тяжелыми металлами от «опасной» до «чрезвычайно опасной». За последние годы в Приморском районе введены в строй крупнейшая в России Северо-Западная ТЭЦ, а также крупнейшее на Северо-Западе России очистное сооружение – Северная станция аэрации сточных вод Северного предприятия водоотведения ГУП «Водоканал». Здесь располагается одна из площадок Особой экономической зоны (ОЭЗ) – «Новоорловская», площадью 110,4 га, где осуществляют свою производственную деятельность более 20 компаний фармацевтической, энергетической, телекоммуникационной и других отраслей.

По объемам обращения потенциально опасных химических и биологических веществ (ПОХиБВ) всех классов опасности Приморский район занимает четвертое место в городе [42].

Почвы Приморского района представлены естественными ненарушенными и слабонарушенными почвами территорий в районе Юнтоловского заказника (аллювиальные, торфяные эутрофные, подзолистые и др.), городскими почвами садов, парков и скверов района, (урбанозёмы, реплантозёмы) и техногенными грунтами



(урбиквазизёмы), а также искусственно созданными почвами газонных конструкций парка 300-летия Санкт-Петербурга и других территорий района (конструктозёмы).

### **Центральный район.**

Район расположен в исторической части Санкт-Петербурга. С севера и востока границей района является река Нева, южная граница проходит по Обводному каналу. Западная граница проходит от Дворцового моста, включая Дворцовую площадь, через всю Гороховую улицу, участок Загородного проспекта и Звенигородской улицы, по улице Константина Заслонова выходит на Набережную Обводного канала. Площадь района составляет 17,12 км<sup>2</sup> [32].

По плотности населения Центральный район занимает первое место в городе. Население района на 1 января 2016 года - 221 441 чел. [44].

Воздух центрального района загрязнен диоксидом азота, оксидом углерода, пылью и формальдегидом. Основные источники загрязнения воздуха – автотранспорт, котельные и два деревообрабатывающих предприятия – ДОЗ «Ясень» и АООТ «Фанпласт». Однако в целом атмосферный воздух в районе характеризуется как умеренно загрязненный.

В Центральном районе находится несколько зон чрезвычайно опасного загрязнения почв. Участок вдоль Невского проспекта длиной 3500 метров и шириной до 600 метров. Он расположен в секторе между 8-й Советской улицей, Перекупным переулком, Гончарной улицей, Лиговским проспектом, Кузнечным переулком, улицей Ломоносова, набережной реки Фонтанки, Гороховой улицей, набережной канала Грибоедова, Казанская улицей, участком к западу от Казанской площади, Кирпичным переулком, Большой Морской улицей, Невским проспектом, Михайловской улицей, площадью Искусств, Инженерной улицей, набережной реки Фонтанки, Невским проспектом, площадью Восстания, Греческим и Суворовским проспектами. Другие крупные участки с чрезвычайно опасной степенью загрязнения отмечены западнее Кременчугской улицы и в районах пересечения улиц – Херсонской и Исполкомовской, Моисеенко и Новгородской. Основным источником загрязнения является автотранспорт, дополнительными - завод «Измерон», трампарк, «Водоканал», станция «Московская-товарная». Среднее содержание тяжелых металлов в почво-грунтах превышает в 1,5 – 3,0 раза среднегородские.

Также отмечается высокая степень загрязненности территорий парков в историческом центре города. Всего в районе зафиксировано 7 участков химического загрязнения, что составляет 15 % его территории. В целом же по степени загрязненности почв район занимает 2 место в городе.

В районе расположены 27 предприятий, использующие источники ионизирующего излучения и радиоактивные вещества. Они группируются на двух участках – между набережной Невы, Невским проспектом и улицей Маяковского и между улицами Парадной, Кирочной и Суворовским проспектом. На территории района, за все время наблюдений, было выявлено 25 участков радиоактивного загрязнения. На данный момент они дезактивированы. Однако по степени содержания радона внутри помещений район характеризуется как один из наиболее опасных в городе.

### **Краткая характеристика экологической ситуации.**

Загрязнение атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге преимущественно обусловлено выбросами автотранспорта и промышленных предприятий.

Самыми загрязненными районами являются – Выборгский, Кировский, Приморский и Невский. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников этих районов составляют 61% от выбросов всего города в целом. Наименьшие выбросы от стационарных источников наблюдаются в следующих районах: Ломоносов, Кронштадтский, Петродворцовый, Адмиралтейский и Фрунзенский.

По данным Росприроднадзора выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в 2014 году составили 441,7 тыс. т, в том числе: твердых веществ – 0,8 тыс. т, диоксида серы (SO<sub>2</sub>) – 2,1 тыс. т, оксида углерода (CO) – 356,1 тыс. т, оксидов азота (NO<sub>x</sub>) – 37,2 тыс. т, метана (CH<sub>4</sub>) – 1,9 тыс. т, аммиака (NH<sub>3</sub>) – 0,8 тыс. т, летучих органических соединений (ЛОС) – 42,8 тыс. т.

Загрязнение почв радионуклидами происходит за счет природной (подстилающие породы с повышенной радиоактивностью) и техногенной (трансграничное загрязнение, несанкционированное размещение опасных отходов, наличие радиационно-опасных объектов) составляющих.

Химическое загрязнение почв формируется за счет выбросов промышленных комплексов, автотранспорта, размещения отходов производства и потребления, а также за

счет трансграничного переноса [9]. Величина суммарного показателя загрязнения почв (Zс) Санкт-Петербурга находится в пределах от 16 до 64 (величина свыше 32 условных единиц считается опасной) [7].

Уровень загрязнения тяжелыми металлами, который оценивается по степени накопления элементов (величина коэффициентов концентраций), в целом для обследованной территории города установлен следующий (в порядке убывания концентраций, указанных цифрами): Hg13 - Zn9 - (Sb, Sn) 8 - Pb7 - (W, Cd) 6 - (Cr, Cu) 5. Из чего следует, что содержание ртути превышает фоновое в среднем в 13 раз, цинка - в 9 раз. Загрязнение исторического центра существенно выше других зон. Несколько меньшее загрязнены восточные и южные сектора города и в наименьшей степени - западные (юго-западные и северо-западные). Наиболее сильное загрязнение элементами второго класса опасности характерно для районов города с обилием машиностроительных и металлообрабатывающих производств (восточный и юго-восточный сектора).

Загрязнения носят различный характер. По типу пространственного распространения, элементы можно поделить на две группы: первая характеризуется площадным распространением - Hg, Pb, Zn, Cd, Cu; вторая характеризуется образованием локальных ореолов загрязнения, явно связанных с конкретными производствами - As, Mo, Sb, Ni, Co, Bi и др.

#### **Глава 4. Материалы и методы исследования**

Материалы для исследования были представлены грунтами, привезенными для озеленения, а также грунтами, предназначенными для выращивания растений на открытом грунте, и были отобраны в период весеннего и осеннего озеленительного сезона в 2015 году. Пробы отбирались в зеленых зонах города, с газонов и клумб. Также некоторые образцы были отобраны из клумб и вазонов жилого сектора.

С каждого участка была отобрана одна общая проба в соответствии с МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почв населенных мест. Пробы отбирались методом конверта с глубины 0-20 см [13]. Средний вес одной пробы составил 2 кг. Всего было отобрано 16 проб.

При отборе проб осуществлялась фотофиксация (рис.2,3,4,5,6,7). Каждая отобранная проба упаковывалась в двойную полиэтиленовую упаковку с

сопроводительной запиской и транспортировались в лабораторию для подготовки к лабораторному исследованию. Пробы отбирались с учетом района города.

В дальнейшем каждая проба в течение 7 дней просушивалась при комнатной температуре до почвы до состояния воздушно-сухой влажности. Также пробоподготовка включала в себя удаление органических остатков и антропогенных артефактов.



*Рис.2 Сад Василеостровец*



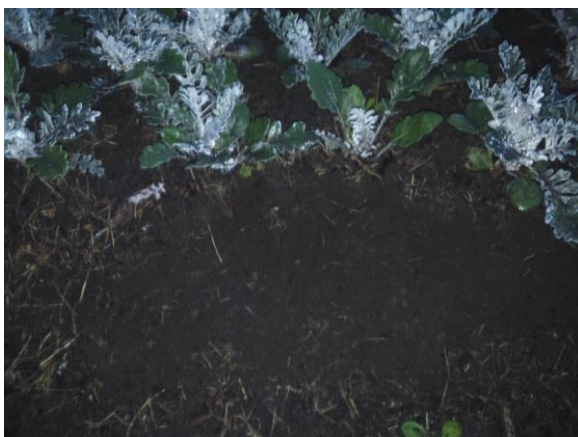
*Рис. 3 ЦПКиО им. Кирова*



*Рис. 4 Александровский сад*



*Рис. 5 Пл. Собчака*



*Рис.6 Парк 300-летия*



*Рис.7 Юсуповский сад*

### **Лабораторные методы исследования:**

#### **1. Мезоморфологическое исследование.**

Этот метод позволяет увидеть, как сложены структурные отдельности почвы, из чего они состоят, определить их генезис, и установить их диагностические признаки. В нем большое внимание уделяется степени агрегированности: чем выше порядковость агрегатов, тем ценнее структура почвы. Все агрегаты принято делить: микроагрегаты  $<0,25$  мм; мезоагрегаты  $0,25 - 7$  мм; макроагрегаты  $>7$  мм.

Мезоморфологические свойства почв изучены с использованием электронной лупы Webbers F2CN Deep Viewer. С её помощью получают электронное изображение структурных отдельностей на мезо уровне, что позволяет более точно диагностировать морфологические горизонты.

#### **2. Ситовой анализ (метод сухого просеивания) по ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава**

Содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера. Получается этот показатель благодаря рассеву воздушно-сухого почвенного образца в лаборатории на ситах с различным диаметром отверстий. Я использовала сита с диаметрами отверстий 7, 1, 0.5 и 0.25 мм, соединяя их в последовательный набор – от большего диаметра к меньшему.

При подготовке к анализу из каждой пробы берется навеска 100г. не протертой почвы. На верхнее сито высыпается предварительно взвешенный средний образец почвы, сита встряхивают, и агрегаты располагаются в ситах соответственно их размерам. Почва, оставшаяся в каждом сите, взвешивается на весах. Содержание каждой фракции легко можно рассчитать, как соотношение этой фракции к взятой навеске. Самые крупные агрегаты – глыбы, и самые мелкие – пылеватая часть почвы, указывают на неблагоприятное агрофизическое состояние почвенной структуры.

3. Водородный показатель, рН водной суспензии по ГОСТ 26423-85. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

Для измерения водного рН берется навеска растертой в ступке почвы весом 8 г., к ней добавляется 20г. дистиллята. Вода перемешивается с почвой, далее полученный раствор измеряется рН-метром.

Использование рН-метра позволяет измерять рН в более широком диапазоне и более точно (до 0,01 единицы рН), чем с помощью индикаторов. Ионметрический метод определения рН основывается на измерении милливольтметром-ионометром ЭДС гальванической цепи, включающей специальный стеклянный электрод, потенциал которого зависит от концентрации ионов  $H^+$  в окружающем растворе. Способ отличается удобством и высокой точностью, особенно после калибровки индикаторного электрода в избранном диапазоне рН, позволяет измерять рН непрозрачных и цветных растворов и потому широко используется.

4. Определение углерода по Тюрину. Химический анализ почв. Растворова, 1995. СПбГУ
5. Определение плотности твердой фазы по ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

Плотность твердой фазы определяют в воздушно-сухом грунте пикнометрическим методом.

6. Базальное дыхание [1,50].
7. Гранулометрический состав по Н.А.Качинскому. Пипет-метод. [48].
8. Пирофосфатный метод определения состава органического вещества почвы по методу М. М. Кононовой и Н. П. Бельчиковой [1961].

## **Глава 5. Результаты и обсуждение**

### **1. Морфология и локализация грунтов.**

В ходе полевых исследований проведено морфологическое описание и фотофиксация грунтов.

В морфологическом отношении грунты имеют черты сходства и отличия. Все они обладают очень малой мощностью и характеризуются отсутствием морфологической дифференциации на генетические горизонты. Различаются грунты, главным образом, по степени уплотненности почвы и гранулометрическому составу.

Грунты, отобранные в Василеостровском районе темно-серого цвета, а также черного цвета в Саду Василеостровец. Грунт, отобранный возле дороги у ЛенЭкспо, расположен на газоне, под кронами елей. Имеет суглинистый гранулометрический состав и не сильно уплотнен. В то время как грунты, отобранные из вазона в Саду Василеостровец и с клумбы, засаженной цветами, на пл. Собчака рыхлые, и имеют песчано-суглинистый гранулометрический состав.

В Петроградском районе грунты отобраны около дорог и в парке. На Австрийской площади грунт отобран из вазона, засаженного цветами, расположенного непосредственно около дороги. А на Троицкой площади отобран на газоне, засаженном однолетними растениями, около дороги. Рядом произрастают лиственные деревья и кустарники. Грунты темно-серого цвета, очень сильно и сильно уплотнены. Но грунт с Австрийской площади имеет тяжелосуглинистый гранулометрический состав, в то время как на Троицкой площади - пылевато-суглинистый. Отличается от них грунт, отобранный в ЦПКиО им. Кирова в цветнике у дорожки. Клумба располагается под кронами хвойных деревьев. Грунт также темно-серого цвета, имеет песчано-суглинистый гранулометрический состав и не очень высокую плотность.

В Центральном районе грунты отбирались в скверах и саду. Во всех местах грунты отбирались с клумб, засаженных цветами. В Екатерининском сквере и Александровском саду вокруг клумбы произрастают лиственные деревья. В Инженерном сквере по краям клумбы отмечено зарастание сорными растениями. Грунты сильно уплотнены, а в Инженерном сквере очень сильно уплотнены и имеют песчано-суглинистый



гранулометрический состав. В остальных местах – суглинистый. Цвет грунтов меняется от светло-серого в Александровском саду, серого в Инженерном сквере, до темно-серого в Екатерининском сквере. Во всех грунтах района отмечено большое количество антропогенных артефактов.

В Адмиралтейском районе грунты отобраны в садах. В Юсуповском саду грунт отобран в цветнике в глубине сада. Клумба засажена цветами, а вокруг нее посажены кустарники. Грунт, из Никольского сада, отобран с клумбы, находящейся по среди газона. Клумба располагается в центре сада под лиственными деревьями и засажена цветами. Оба грунта темно-серого цвета, но различаются по остальным характеристикам. В Юсуповском саду грунт рыхлый, имеет суглинистый гранулометрический состав. Его поверхность покрыта соломой. Грунт же Никольского сада характеризуется песчано-суглинистым гранулометрическим составом и высокой плотностью.

В Приморском районе грунты отобраны на Стародеревенской улице с клумбы, расположенной около проезжей части, а также в Парке 300-летия с клумбы на газоне в глубине парка. Клумба в Парке 300-летия располагается на границе крон хвойных деревьев и засажена цветами. Грунты полностью различаются по своим характеристикам. Грунт, отобранный на Стародеревенской улице, каменистый, серого цвета, имеет суглинистый гранулометрический состав и сильно уплотнен. В то время как грунт из Парка 300-летия темно-серого цвета, имеет песчано-суглинистый гранулометрический состав и не сильно уплотнен.

В целом, грунты имеют суглинистый и песчано-суглинистый гранулометрический состав. Большинство из них темно-серого и серого цветов, также встречается грунт черного цвета.

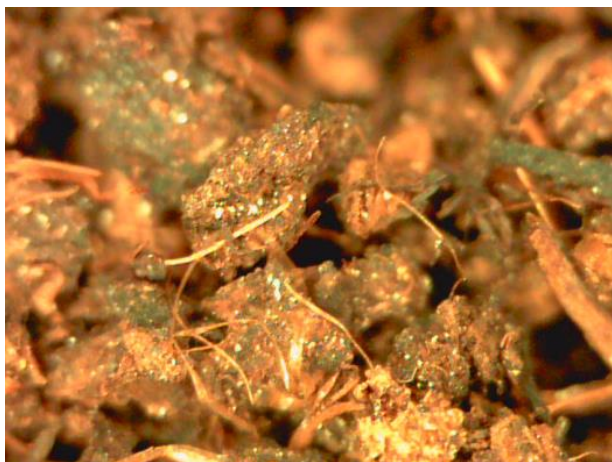
## **2. Мезоморфология.**

Мезоморфологические исследования свидетельствуют об изменении структурного состояния, неоднородности состава структурных отдельностей грунтов.

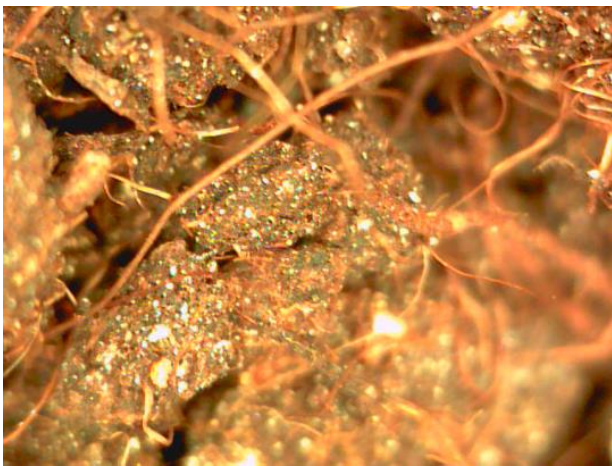
Грунт 1 (рис.8), грунт 2 (рис.9), грунт 3 (рис.10), представляют собой торфяно-минеральную смесь. Состоят из минеральных зерен неправильной угловатой формы, имеют округло-кубовидную умеренную структуру. Гумус ассоциирован с минеральной массой. Присутствуют неразложенные, слабо- и среднеразложившиеся растительные



остатки. Характерно наличие гранул минеральных удобрений. Обильно переплетены корнями. Почвенные частицы слабо агрегированы.



*Рис.8*



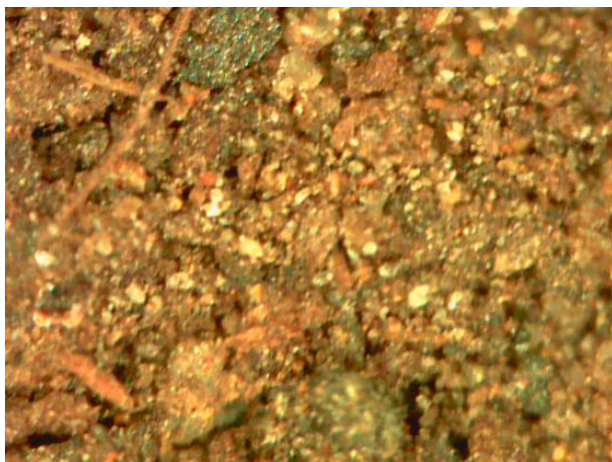
*Рис.9*



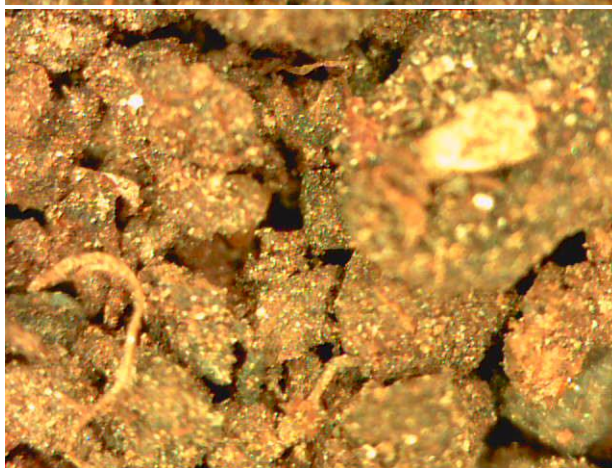
*Рис.10*

Грунт, отобранный около ЛенЭкспо состоит из состоит из полиминеральной слабо оструктуренной смеси разноразмерных зерен средней окатанности с примесью неразложившихся растительных остатков (рис.11). А также из минеральных зерен

неправильной угловатой формы и примесью неразложившихся растительных остатков. Слабая степень агрегированности почвенных частиц (рис.12).



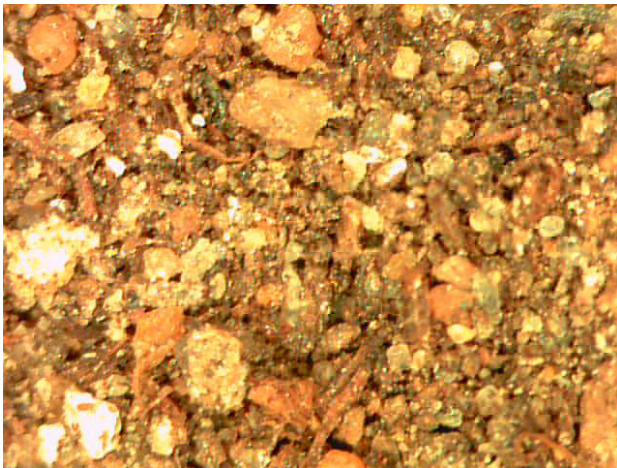
*Рис.11*



*Рис.12*

В саду Василеостровец грунт представляет собой полиминеральную смесь из зерен различного размера средней окатанности с небольшим количеством слабо разложившихся растительных остатков (рис.13). А также представлен крупными минеральными зёрнами неправильной угловатой формы и примесью неразложившихся растительных остатков. Почвенные частицы слабо агрегированы (рис.14).



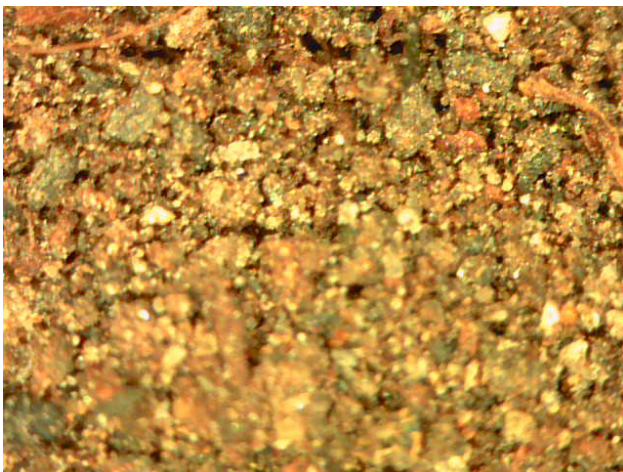


*Рис.13*

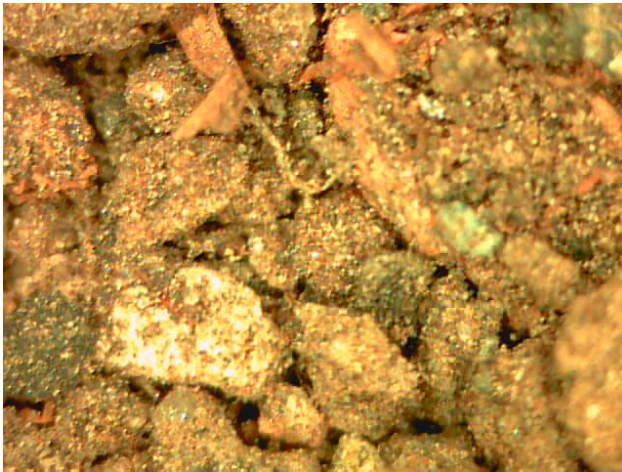


*Рис.14*

Грунт, отобранный на пл. Собчака, состоит из минеральных разноразмерных зерен угловатой формы с примесью хорошо и среднеразложившихся растительных остатков (рис.15). А также из минеральной смеси средней окатанности. Наблюдаются агрегаты, которые образованы органическим веществом. Растительные остатки ассоциированы с мелкоземом. (рис.16).

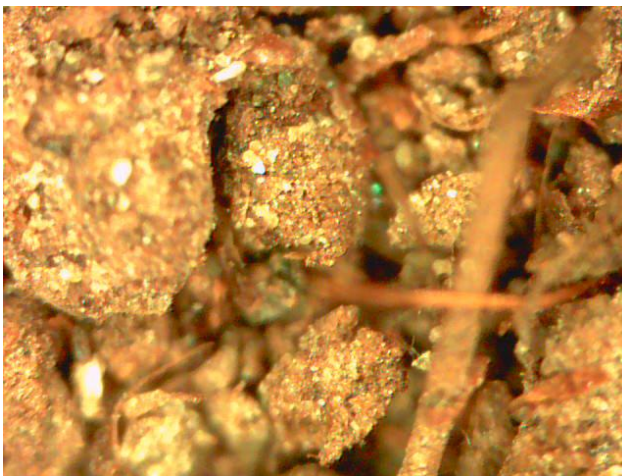


*Рис.15*

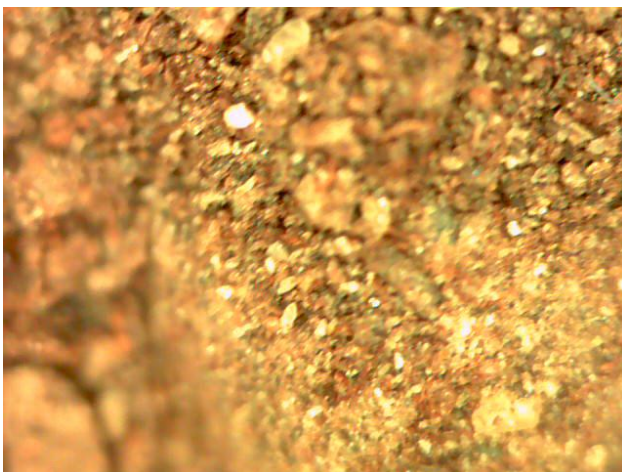


*Рис.16*

Грунт, отобранный из вазона на Австрийской площади, представляет собой минеральные зерна средней окатанности с включением неразложившихся растительных остатков (рис.17), а также смесь из зерен различного размера (рис.18) и неразложившиеся растительные остатки с примесью минеральных зерен (рис.19). Почвенные частицы слабо агрегированы, представлены пылеватыми частицами с низким уровнем гумусированности.

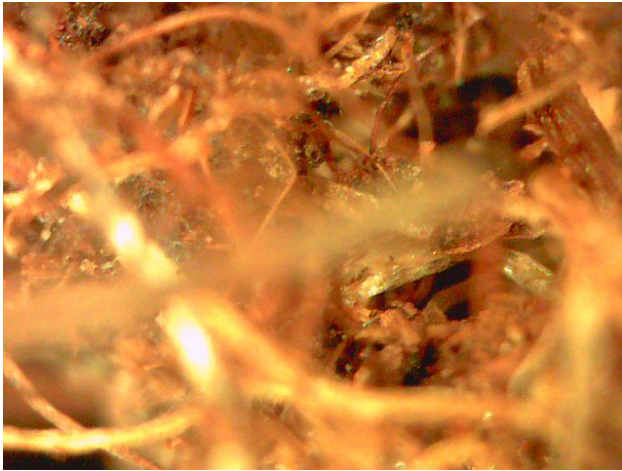


*Рис.17*



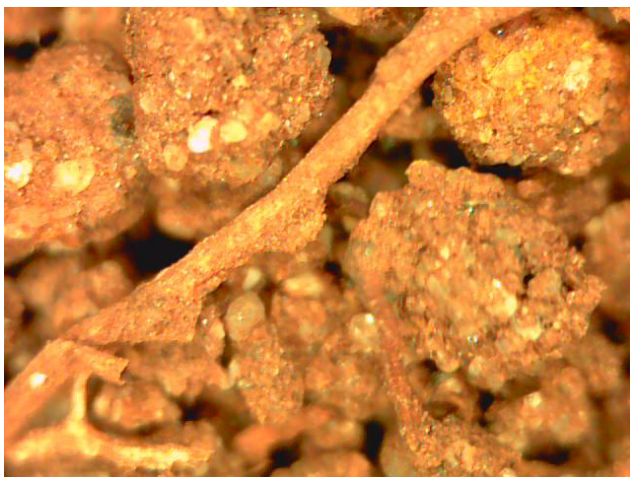
*Рис.18*





*Рис.19*

Грунт Троицкой площади представляет собой минеральные зерна округлой формы с включением неразложившихся растительных остатков (рис.20), а также смесь минеральных частиц разного размера, неправильной формы (рис.21). Структура не ясная. Низкая степень агрегированности почвенных частиц.



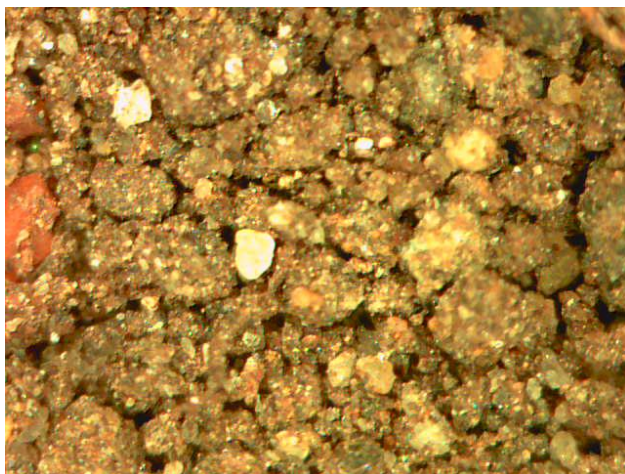
*Рис.20*



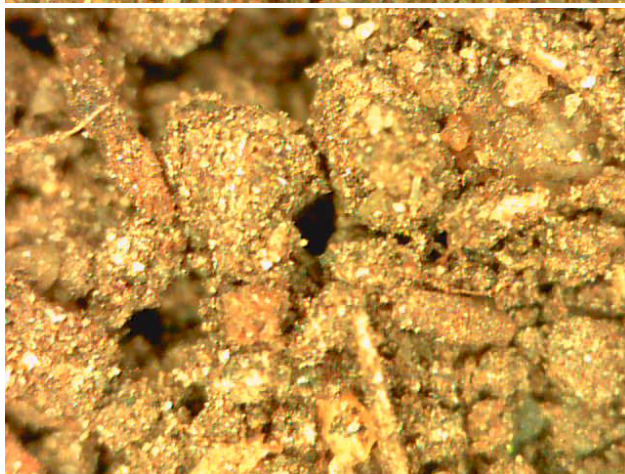
*Рис.21*

Грунт, отобранный в Инженерном сквере, характеризуется как полиминеральная смесь из зерен различных размеров средней окатанности. Почвенные частицы слабо

агрегированы(рис.22). А также более крупных зерен угловатой формы, ассоциированных с неразложившимися растительными остатками (рис.23).

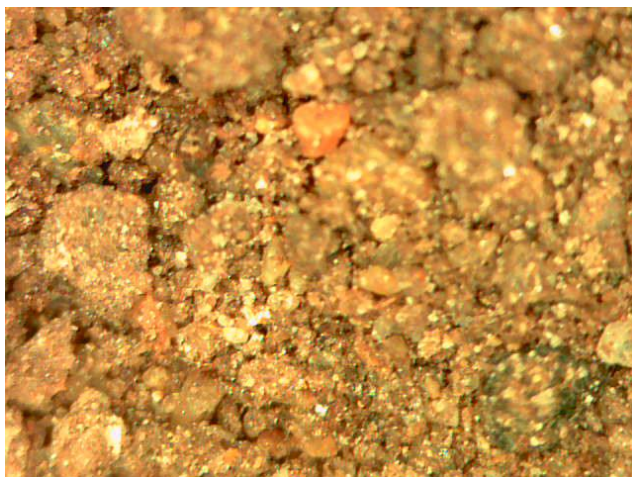


*Рис.22*



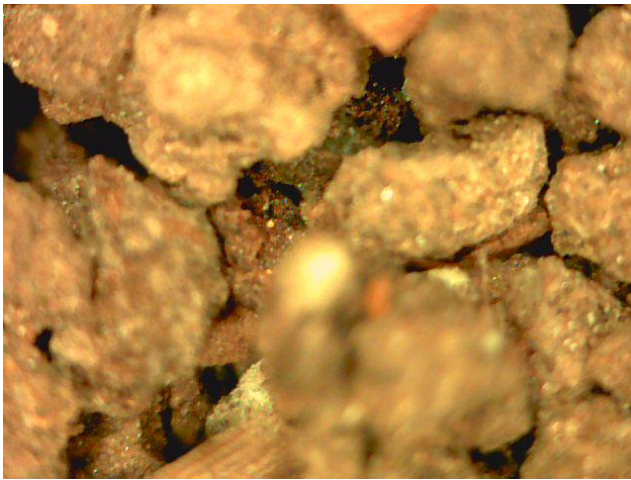
*Рис.23*

В Екатерининском сквере грунты представляют собой полиминеральную смесь разноразмерных зерен (рис.24), а также из минеральных зерен угловатой формы и примеси неразложившихся растительных остатков (рис.25). Слабо оструктурены, низкая степень агрегированности.



*Рис.24*



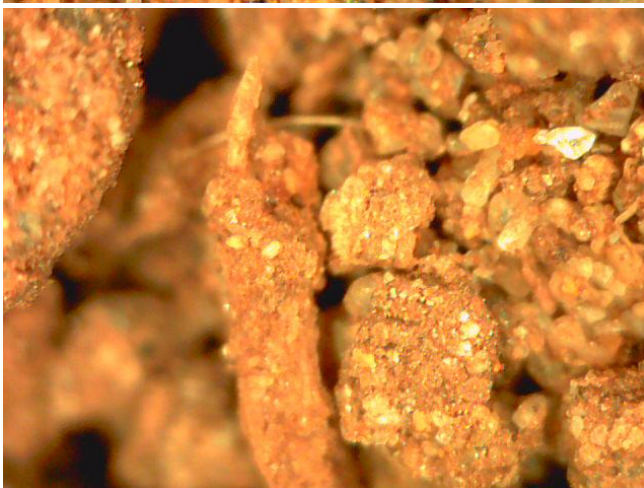


*Рис.25*

Грунт, отобранный в Александровском саду, состоит из полиминеральной смеси зерен разного размера с примесью песчаных скелетных структур и неразложившихся растительных остатков (рис.26). Более крупные фракции состоят из минеральных зерен неправильной угловатой формы и растительных остатков разной степени разложения (рис.27). Грунт практически не гумусирован, имеет низкую степень агрегированности почвенных частиц.

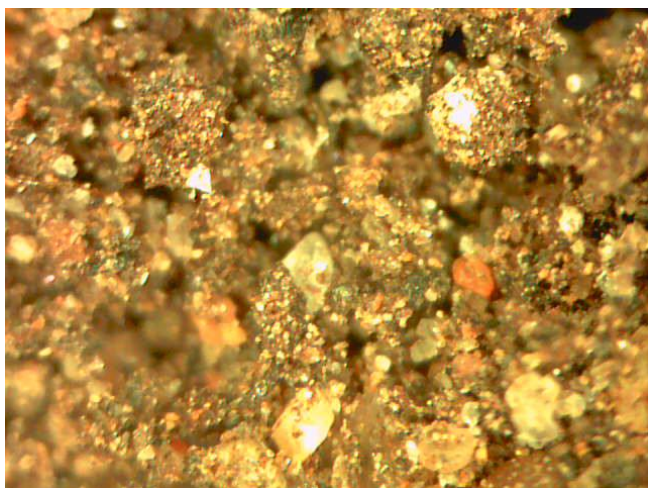


*Рис.26*



*Рис.27*

Грунт из ЦПКиО им. Кирова состоит из мелкозема, ассоциированного с полуразложившимися органическими остатками (рис.28). Грунт имеет мелко-зернистую структуру, среднюю степень агрегированности и гумусированности.



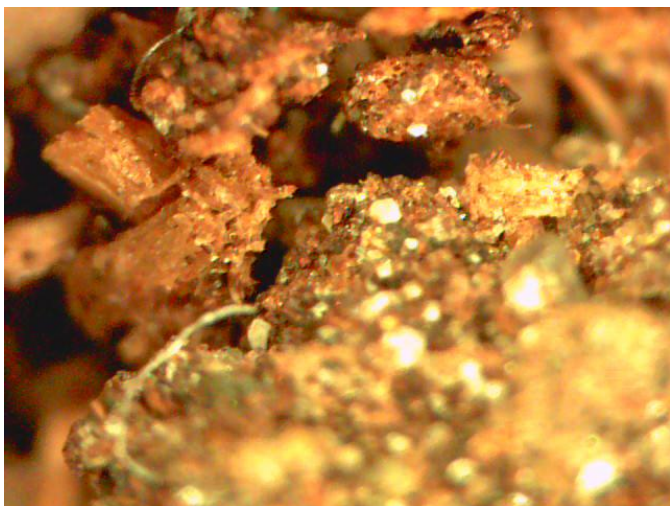
*Рис.28*

Грунт, отобранный в Юсуповском Саду, состоит из неразложившихся растительных остатков и примеси минеральных зерен неправильной формы различного размера, с включением гранул минеральных удобрений (рис. 29,30). Рыхлый, слабо оструктуренный. Низкий уровень агрегированности почвенных частиц.



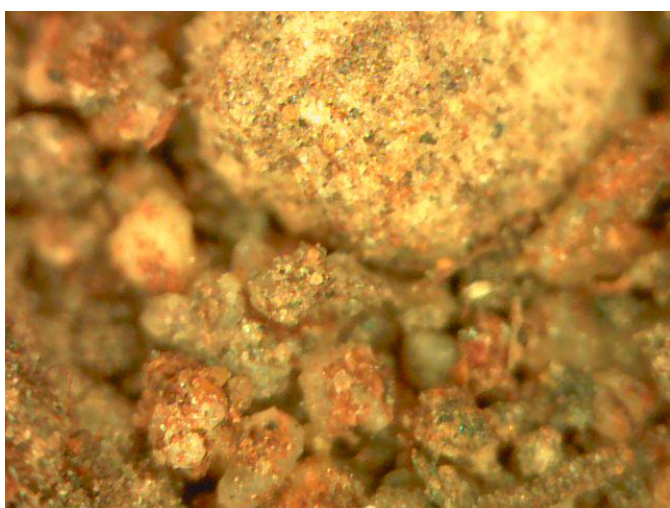
*Рис.29*





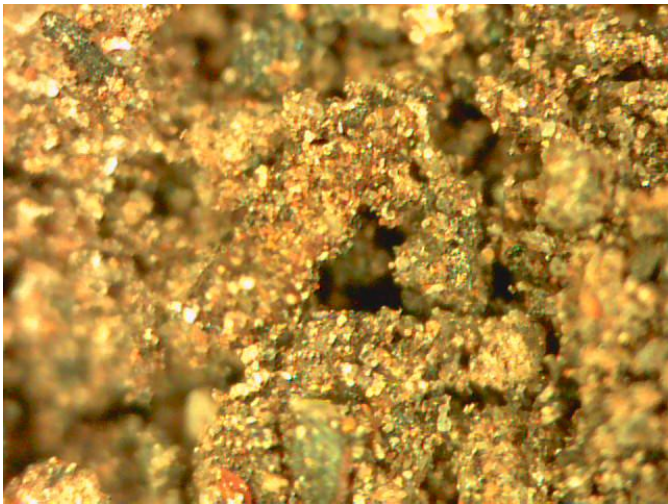
*Рис.30*

Грунт Никольского Сада характеризуется как слабо оструктуренная полиминеральная смесь различного размера средней окатанности с включением небольшого количества растительных остатков разной степени разложенности (рис.31). Почвенные частицы слабо агрегированы. Низкий уровень гумусированности.

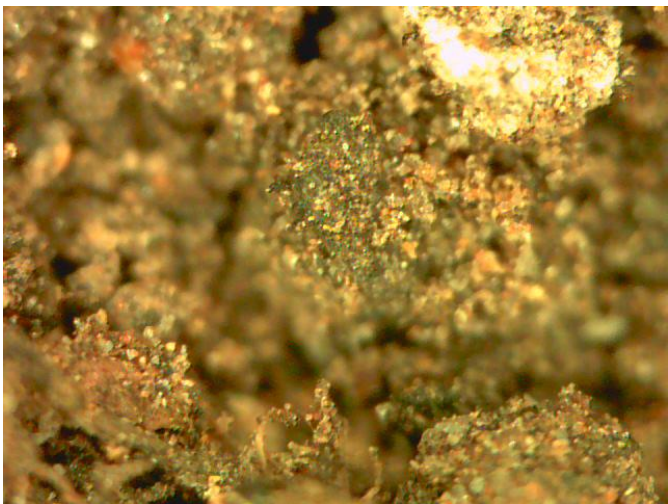


*Рис.31*

Грунт, отобранный на Стародеревенской улице, состоит из смеси хорошо разложившихся растительных остатков, утративших тканевое строение и небольшого количества минеральных разноразмерных зерен, имеющих неясную структуру (рис.32,33). Почвенные частицы средней степени агрегированности.

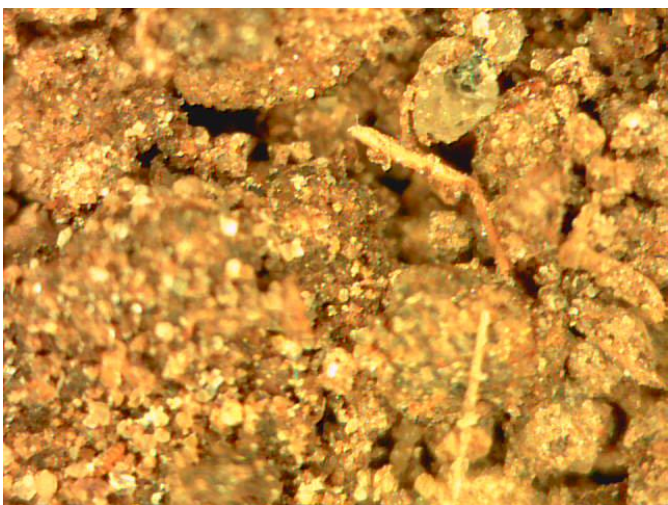


*Рис.32*

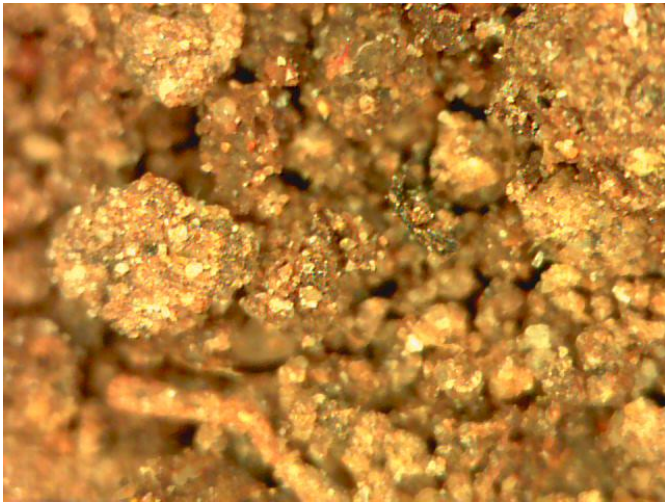


*Рис.33*

Грунт Парка 300-летия представляет собой минеральные зерна неправильной формы различного размера. Мелкозем ассоциирован с растительными остатками разной степени разложённости (рис.34,35). Почвенные частицы слабо агрегированы.



*Рис.34*



*Рис.35*

Большинство грунтов представляют собой слабо оструктуренную полиминеральную смесь разноразмерных зерен средней окатанности с примесью растительных остатков разной степени разложенности.

### **3. Агрегатный состав.**

Сравнение агрегатного состава естественных и городских почв, позволяет установить изменения в содержании и распределении различных фракций. Из чего можно сделать вывод о полидисперсности грунтов, а также оценить потенциальное плодородие грунта.

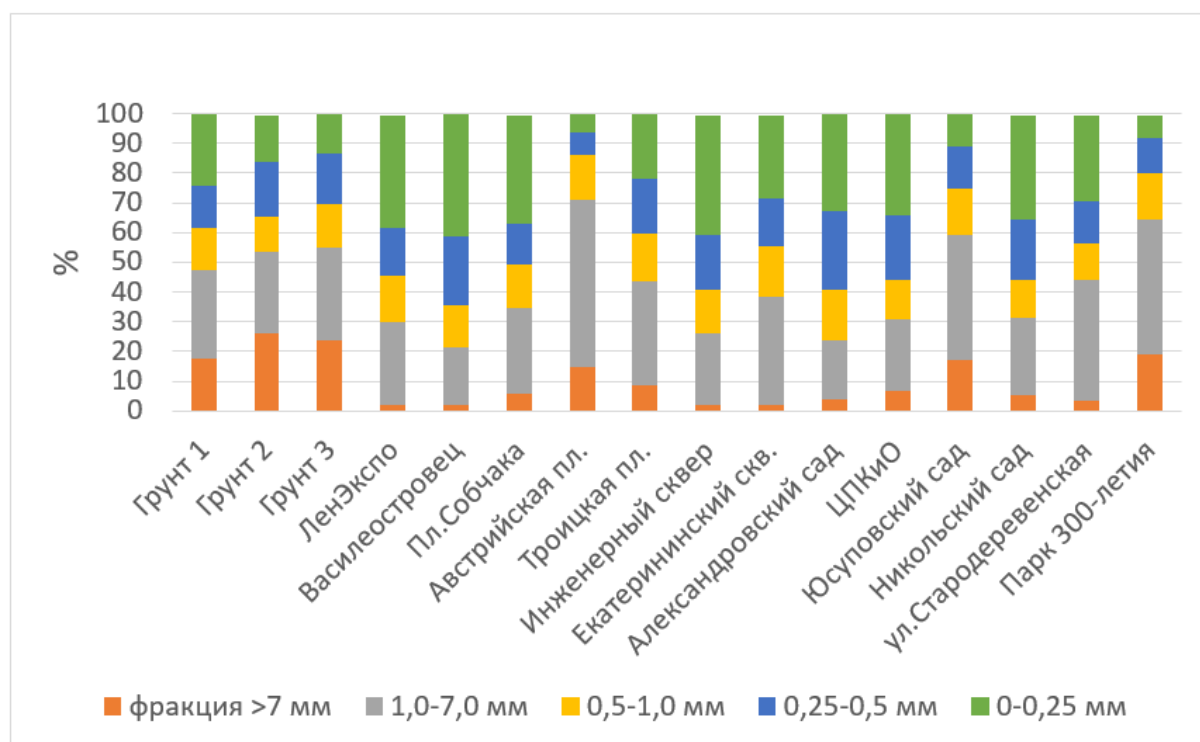


Рис. 36. Агрегатный состав перемещаемых почв

Таблица 2. Агрегатный состав перемещаемых грунтов

Фракция (%)	>7 мм	1,0-7,0 мм	0,5-1,0 мм	0,25-0,5 мм	0-0,25 мм
Грунт 1	17,4	30,07	13,98	14,31	23,86
Грунт 2	25,98	27,47	11,8	18,54	15,6
Грунт 3	23,55	31,23	14,81	17,06	12,88
ЛенЭкспо	2	27,75	15,87	15,71	37,74
Василеостровец	2,21	19,22	14,24	22,9	41,05
Пл.Собчака	5,69	28,89	14,7	13,62	36,3
Австрийская пл.	14,55	56,35	14,93	7,77	6,26
Троицкая пл.	8,66	34,92	15,9	18,34	22,08
Инженерный сквер	2,11	23,75	15,04	18,05	40,18

Екатерининский сквер	2,2	36,02	17,18	16,02	27,82
Александровский сад	4,01	19,77	16,95	26,63	32,32
ЦПКиО им. Кирова	6,84	23,79	13,56	21,61	33,97
Юсуповский сад	17,02	42,24	15,33	14,46	10,76
Никольский сад	5,22	26,29	12,31	20,59	35,03
Стародеревенская ул.	3,57	40,59	12,37	13,96	28,58
Парк 300-летия	18,92	45,63	15,43	11,75	7,68

Большая часть образцов (11) имеют агрономически ценную структуру, с размером почвенных частиц 1,0-7,0 мм. Пять (5) образцов имеют пылеватую структуру, что указывает на неблагоприятное агрофизическое состояние.

Агрегатный состав почвы - относительное содержание в почве структурных отдельностей различной формы и размеров, состоящих из механических элементов.

С агрономической точки зрения структурной почвой называется лишь та, в которой преобладают агрегаты размером от 0,25 до 7(10) мм, а агрегаты более мелкие (пыль) либо более крупные отсутствуют или составляют ничтожную примесь; все другие почвы, как пылеватые, так и глыбистые или массивные, будут характеризоваться как бесструктурные.

Меньший диаметр частиц означает большую удельную поверхность, а это, в свою очередь — большие величины емкости катионного обмена, водоудерживающей способности, лучшую агрегированность.

Легко- и среднесуглинистый гранулометрический состав почв при хорошей оструктуренности является оптимальным для большинства растений, но урбанизированные горизонты, как правило, бесструктурные или слабо агрегированы.

Если типичные дерново-подзолистые почвы в большинстве своем относятся к средним суглинкам, то большинство городских почв имеют более легкий состав. Происходит значительное накопление в профиле крупнопылеватых и песчаных частиц за счет антропогенного их привноса. Подобное опесчанивание профиля, улучшая фильтрационные свойства почв, понижает их сорбционные буферные свойства и может



приводить к активной миграции загрязняющих веществ в сопредельные среды, к быстрому иссушению верхних горизонтов и угнетению роста растений, к развитию ветровой эрозии в весенний период при наличии сильных ветров.

#### 4. Базальное дыхание.

Параметры почвенного дыхания дают представление о микробиологической активности, запасах питательных веществ и устойчивости системы микробного пула, позволяя тем самым определить экологическое состояние почв.

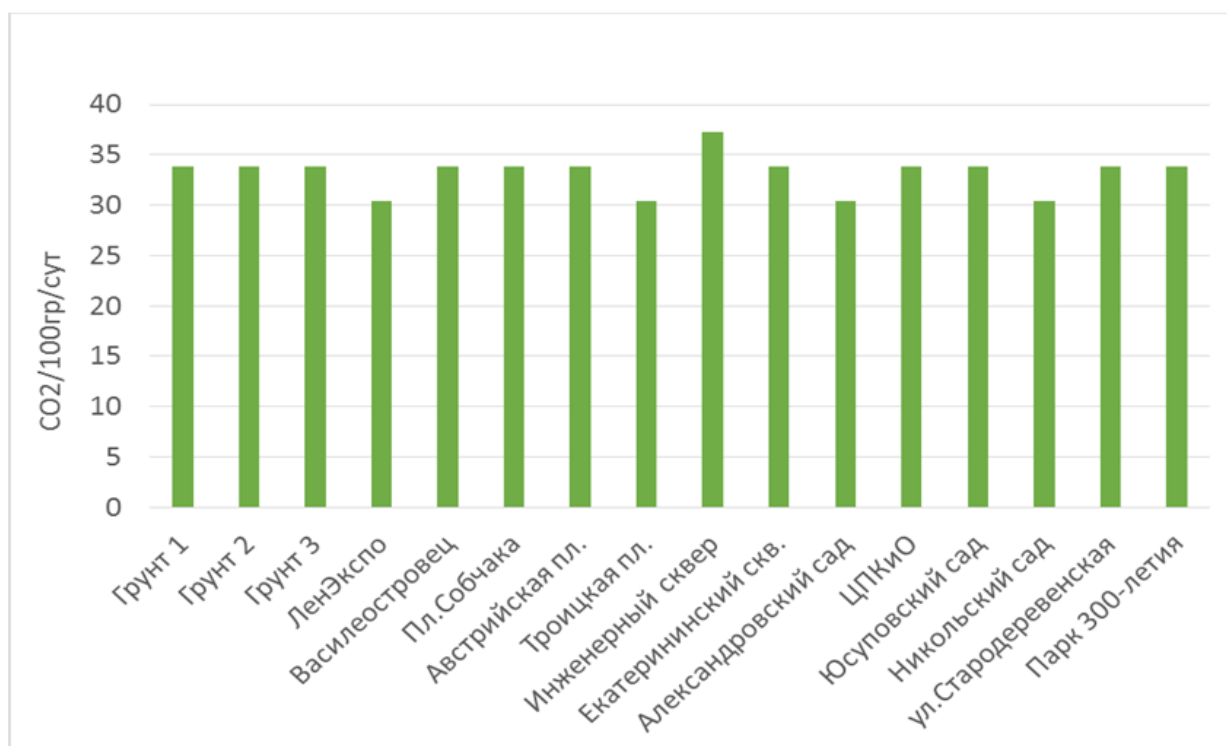


Рис. 37. Базальное дыхание

Значения интенсивности выделения углекислого газа в отобранных образцах не сильно варьируют, что может свидетельствовать о выровненности экологических условий.

Данные показатели эмиссии CO<sub>2</sub> являются более низкими, по сравнению с естественными почвами. При исследовании эколого-биологического состояния аллювиальной дерновой, дерново-подзолистой, темно-серой лесной и светло-серой лесной почв Республики Чувашия было выявлено, что наиболее интенсивное базальное дыхание (17,1 мкг CO<sub>2</sub>/г) относится к незагрязненной темно-серой лесной почве. Скорость

базального дыхания аллювиальной дерновой и дерново-подзолистой почвах была в несколько раз ниже и не превышала 4,3-4,5 мкг CO<sub>2</sub>/г.

Низкие показатели почвенного дыхания можно соотнести с кислой реакцией среды. Ярко выраженное ингибирование активности почвенных микроорганизмов высоким содержанием металлов и повышенной кислотностью.

### 5. pH водной суспензии.

Существенным фактором, влияющим на плодородие почвы, является кислотность. Кислотность влияет на структуру почвы (величину и прочность почвенных частиц), на вносимые органические и минеральные удобрения, микрофлору почвы и развитие самого растения.

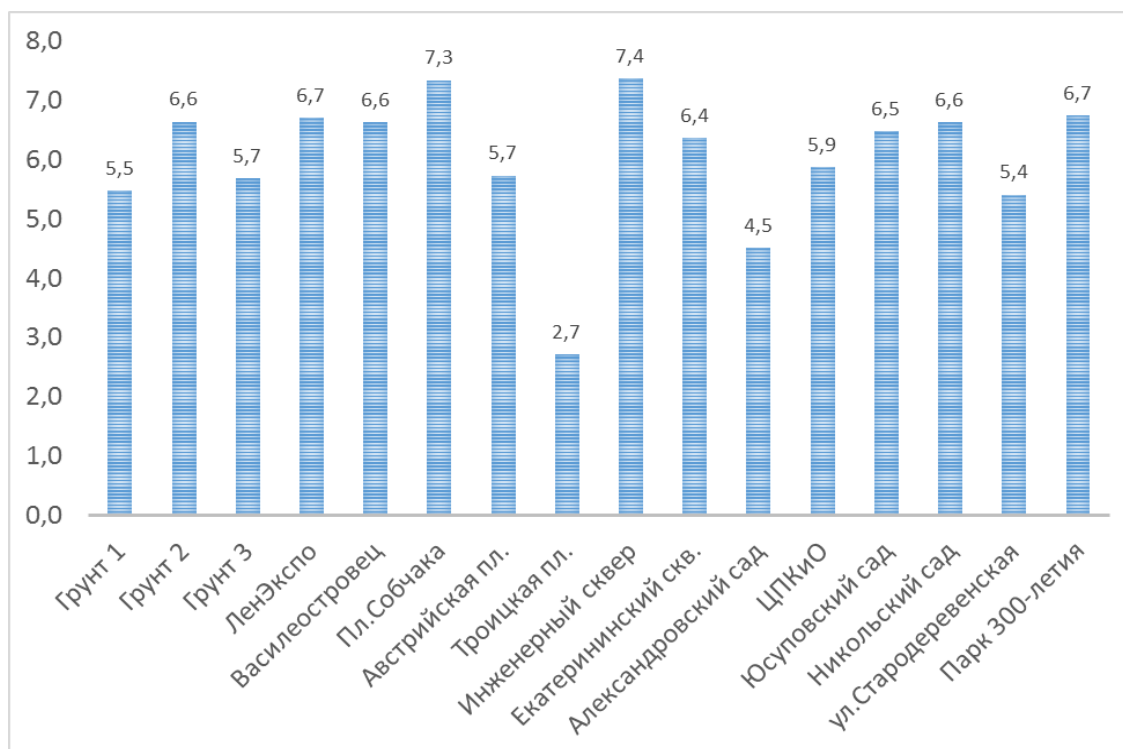


Рис. 38. pH водной суспензии

- Нейтральной реакции почвы соответствуют 9 значений
- 1 проба – очень сильно кислая реакция (Троицкая пл.)
- 1 проба – среднекислая реакция (Александровский сад)
- 5 проб – слабокислая реакция (Грунт 1,3, Австрийская пл., ЦПКиО, ул. Стародеревенская)

Для фоновых зональных (дерново-подзолистых) почв характерен большой разброс показателя кислотной реакции почвенного раствора (рНводн. 4,9-6,5). Максимальная кислотность отмечается в верхнем горизонте и снижается с глубиной.

Для городских почв одним из диагностических признаков является сдвиг реакции среды в сторону щелочных значений (рНводн. 8-9 и выше).

Обследование почв на территории города Москвы в 2008 г. показало, что основная часть почв характеризуется нейтральной или близкой к ней реакцией среды, значения рН колеблются от 6,6 до 7,5.

Исследование почв г. Сургута Наконечного и Фахрутдинова (2012) показало, что большая часть почв имеют кислую и слабо кислую реакцию среды (в границах рН 4-6 единиц). В отдельных случаях выявлены почвы с нейтральной реакцией почвенной среды, что очевидно является следствием поверхностного поступления нефтяных углеводородов [29].

В исследованиях почвенного покрова урбанизированных территорий Поволжья (Ларионов, 2012) показано, что почвы большинства исследованных городов обладают слабощелочной (города Балашов, Камышин, Волжский, Димитровград) и близкой к нейтральной (города Сердобск, Инза) реакцией. Также зарегистрирована щелочная реакция почв в г. Саратов, и нейтральная реакция в г. Кузнецке.

Слабощелочная и щелочная реакции связаны с поступлением большого количества уличной пыли, поступающей в основном с автомобильных дорог и промышленных предприятий. Слабощелочная и щелочная реакция почв объясняется поступлением в почву из поверхностного стока и дренажных вод хлоридов натрия и кальция и других солей, которыми зимой посыпают дороги и тротуары. Городские почвы с нейтральной реакцией поглощают тяжелые металлы из растворов более интенсивно, чем почвы с кислой реакцией.

Повышенная кислотность почвы негативно сказывается на росте большинства растений за счёт уменьшения доступности ряда макро- и микроэлементов, и наоборот, увеличения растворимости токсичных соединений марганца, алюминия, железа, бора и др., а также ухудшения физических свойств.



## 6. Углерод органических соединений.

Содержание и запасы органического вещества традиционно служат основным критерием плодородия, а также рассматриваются с точки зрения устойчивости почв как компонента биосферы.

В городских почвах важным параметром является содержание и состав органического вещества. Оно во многом зависит от истории конкретного города и ведения ландшафтного хозяйства в его черте. Плодородие городских почв значительно снижается из-за потерь гумусового слоя при строительстве и планировке территории.

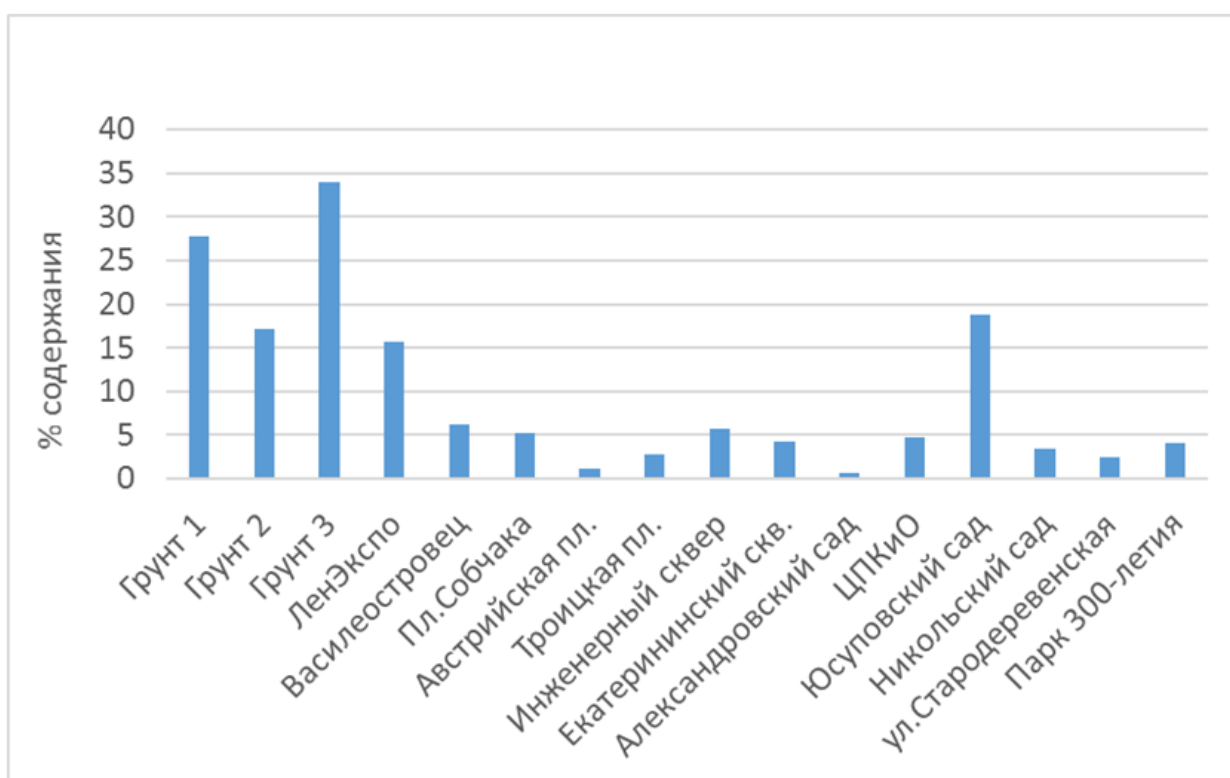


Рис. 39. Содержание органического углерода

Валовое содержание углерода в образцах варьирует от 0,65 до 34,04%. Среднее содержание органического углерода в исследованных почвах (в отобранных образцах) составляет 5,8%, что соответствует среднему уровню гумусности.

Наиболее низкие показатели имеют почвы, отобранные непосредственно у дорог. Возможно из-за большого числа отдыхающих людей, уборки листьев, что сокращает возврат углерода в почву. В условиях сильного химического загрязнения снижается

плодородие городских почв. Высокое содержание Сорг. имеют почвы скверов, бульваров, озелененных газонов.

При исследовании почв г. Москвы выяснилось, что большая часть почв характеризуется от очень низкой до средней степени гумусности. Повышенное содержание органического углерода обнаружено в 8,7% случаев, высокое и очень высокое лишь в 3,9 и 3% соответственно. Среднее содержание органического углерода составляет 4,1%, что соответствует среднему уровню гумусности. Наибольшее количество Сорг. имеют почвы скверов, бульваров, озелененных газонов, что связано с повышенным агрохимическим уходом за этим типом озелененных территорий.

Содержание органического вещества увеличивается за счет поступления органических поллютантов (углистые частицы, сажа и другие продукты неполного сгорания твердого и жидкого топлива; пищевые отбросы, осадки сточных вод, пластик). Городские почвы обогащаются углеродом за счет замедления минерализации растительных остатков под влиянием загрязнения тяжелыми металлами. В городе увеличивается продуктивность за счет повышенной температуры, высокого содержания в воздухе углекислого газа и ухода за зелеными зонами.

## **7. Плотность твердой фазы.**

От плотности почвы зависят поглощение влаги, воздухообмен в почве, жизнедеятельность микроорганизмов и развитие корневых систем растений.

Уплотнение почвы ограничивает движение воды вниз. Это приводит к насыщению верхних слоёв, которое в свою очередь может вызвать недостаток кислорода корней. Кроме того, интенсивность аэрации почвы влияет на доступность питательных веществ. В анаэробных условиях, денитрификация может привести к потере азота путем выхода оксида азота и газообразного азота в атмосферу. Уплотнение почвы тем самым уменьшает доступность азота в почве.

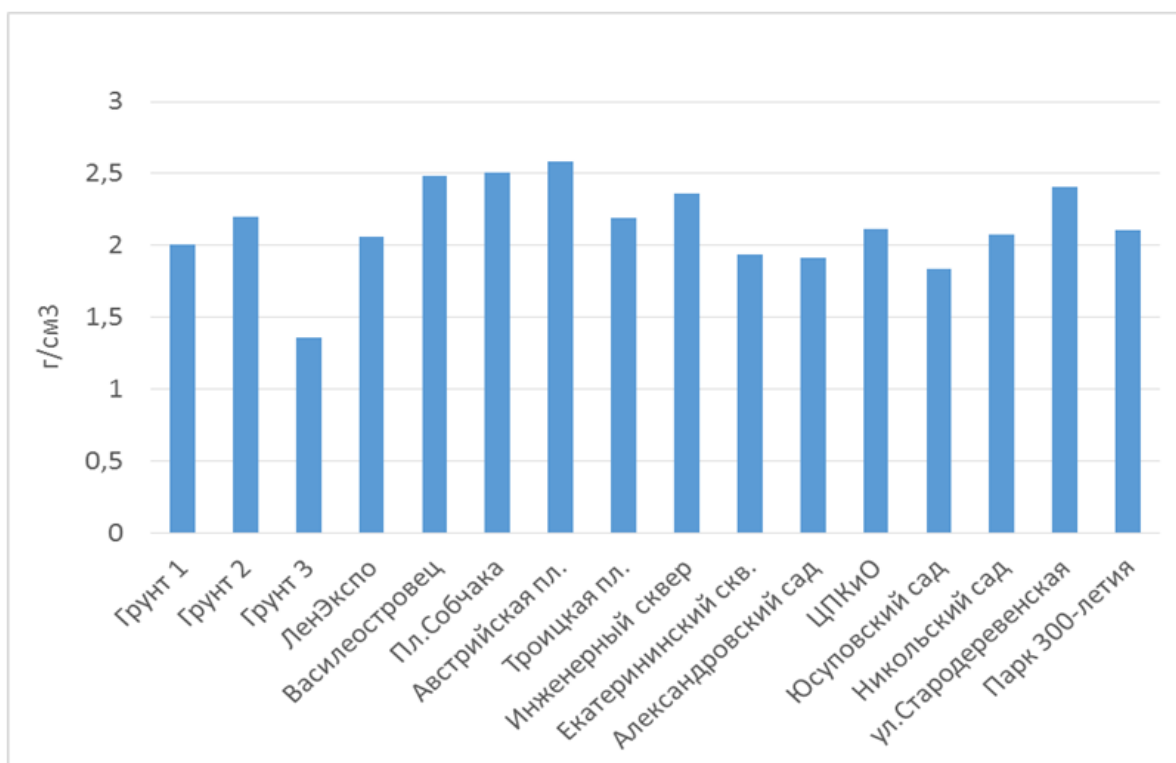


Рис. 40. Плотность твердой фазы

- Значения плотности твердой фазы варьируют от 1,4 до 2,6.
- У 15 из 16 проб плотность превышает 1,6 г/см<sup>3</sup>, значение, считающееся предельным для роста корней.

Исследования, проведенные в новых городах США, показали, что у 2/3 образцов почв плотность превышает 1,6 г/см<sup>3</sup> [52,56]. Детально изучены почвы в городах США: Москва, шт. Айдахо и Пульман, шт. Вашингтон. Почвы старых микрорайонов (средний возраст 64 года) благополучнее почв молодых микрорайонов (средний возраст 9 лет). Средняя плотность почв в новых микрорайонах достигает 1,73 г/см<sup>3</sup>, в то время как в старых в среднем составляет 1,41 г/см<sup>3</sup> [55].

Плотность сложения верхних горизонтов заметно изменяется при усилении антропогенного пресса. Высокая рекреационная нагрузка в городских парках и скверах приводит к сильному уплотнению почв. Техника, используемая для строительства дорог и зданий, для поддержания внешнего вида садов и парков механически разрушает почвенные агрегаты, уплотняет упаковку частиц и снижает пористость.

Уплотнение почвы подавляет активность микроорганизмов, снижается содержание микробной биомассы.

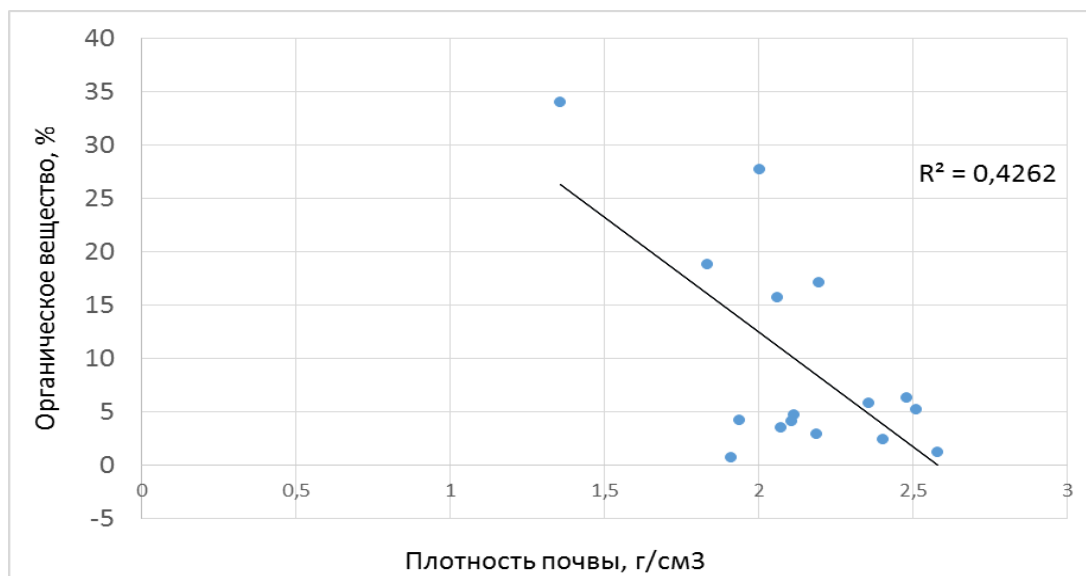


Рис. 41. Зависимость содержания органического вещества от плотности твердой фазы

Установлено, что в городской экосистеме при увеличении плотности уменьшается содержание почвенного органического вещества.

## 8. Состав органического вещества.

С количеством и качественным составом гумуса связано образование водопрочной структуры и формирование благоприятных водно-физических и технологических свойств почв.

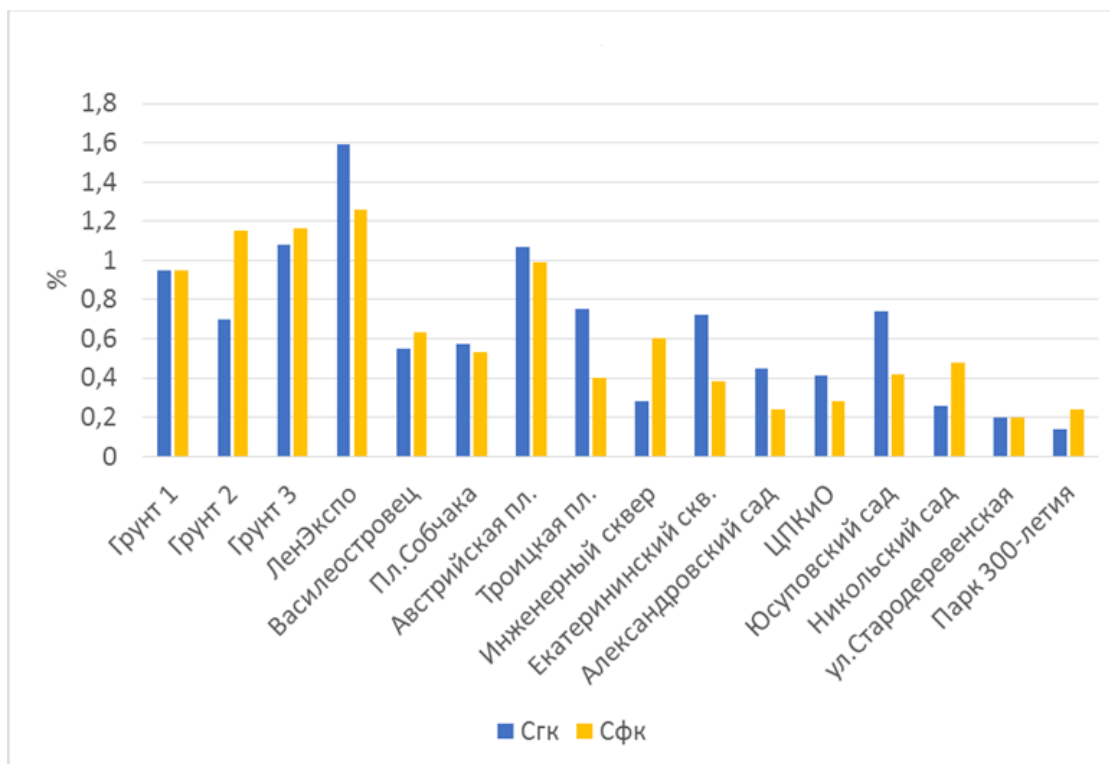


Рис. 42. Состав органического вещества

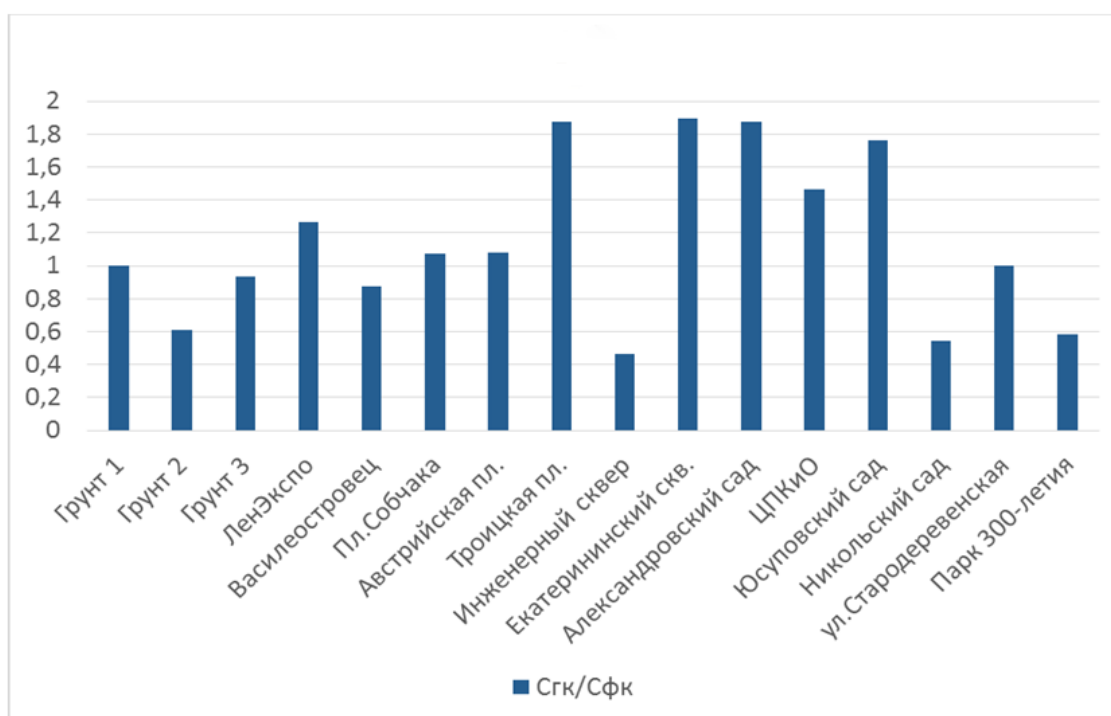


Рис. 43. Соотношение Сгк/Сфк

4 из 16 грунтов относятся к гуматному типу, 6 – к фульватно-гуматному. Для гуматного и фульватно-гуматного типа гумуса характерно преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами. Растворимость органоминеральных комплексов зависит от химической природы и соотношения их компонентов, а также от реакции среды.

К фульватному и гуматно-фульватному типу ( $Сгк:Сфк < 1$ ) относятся 1 и 5 грунтов соответственно.

По сравнению с группой гуминовых кислот фульвокислоты обладают большей дисперсностью, гидрофильностью, в большей степени обогащены функциональными группами. Преобладающая часть микроэлементов, связанных органическим веществом почвы, аккумулируется в фульвокислотах.

Анализ результатов группового и фракционного состава гумуса почв позволяет отметить преобладание гуминовых кислот ( $Сгк:Сфк 1,0–1,9$ ), в то время как для естественных дерново-подзолистых ненарушенных и разной степени нарушенности почв характерно уменьшение этого отношения. Обусловлено это прекращением поступления извне свежего органического вещества.

В перемещаемых грунтах идет почвообразовательный процесс. Об этом можно судить исходя из того, что в грунтах присутствует органическое вещество в достаточном

количестве. Идут процессы образования специфических гумусовых веществ в результате трансформации органических остатков. Также идут процессы минерализации, приводящие к разложению органических остатков и гумусовых веществ, что выражается в эмиссии углекислоты. Но по сравнению с естественными почвами, грунты не имеют горизонтальной организации. Грунтам не свойственна гомогенная структура. Грунты не имеют постоянного химического и гранулометрического составов, а также постоянных физических свойств. Перемещаемые грунты, в отличие от естественных почв, оторваны от ландшафта.

## Выводы

- Грунты, используемые для озеленения города, не соответствуют стандартам качества для создания цветников, указанным в Постановлении Правительства Москвы от 27.07.2004 №514-ПП. Об этом свидетельствуют такие показатели как, низкое содержание органического вещества, высокое содержание частиц <0.01 мм, а также низкие показатели эмиссии CO<sub>2</sub>.
- Основная часть грунтов характеризуется нейтральной или близкой к ней реакцией среды, что соответствует стандарту качества, указанному в Постановлении Правительства Москвы от 27.07.2004 №514-ПП.
- Гранулометрический состав грунтов отличается от естественных почв города. Привозные грунты имеют более легкий гранулометрический состав и относятся к песчаным суглинкам. За счет аэразального переноса происходит значительное накопление крупнопылеватых и песчаных частиц.
- При высокой антропогенной нагрузке механическое разрушение почвенных агрегатов приводит к сильному переуплотнению грунтов, уплотнению упаковки частиц и снижению пористости. Что неблагоприятно сказывается на физических свойствах грунтов.
- Городские почвы отличаются от грунтов горизонтной организацией, которая представлена одним или несколькими слоями гумусированного или иного органогенного потенциально плодородного материала. Гранулометрический состав городских почв меняется в диапазоне от супесчаных до глинистых, в то время как большинство привозных грунтов относится к песчаным суглинкам. Городские почвы обладают от средне- до слабо кислой реакцией среды, а грунты – нейтральной или близкой к ней. Среднее содержание органического вещества в городских почвах и грунтах примерно одинаково.



## Список литературы

1. Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А., Гавриленко Е.Г. Особенности определения углерода микробной биомассы методом субстрат индуцированного дыхания// Почвоведение. 2011. № 11. С. 1327–1333.
2. Апарин Б. Ф., Русаков А. В. Почвы и почвенный покров зоны восточного полукольца кольцевой автодороги (кад) вокруг Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Серия 3. Биология. 2003. №2 С.103-116.
3. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Методологические основы классификации почв мегаполисов на примере г. Санкт-Петербурга. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3: Биология. 2013. №2. С. 115-122.
4. Апарин Б. Ф., Сухачева Е. Ю. Классификация городских почв в системе российской и международной классификации почв. 2015г.
5. Большаков В. А. Картография и классификация деградированных почв //Техногенное воздействие на почвы и их плодородие: методы контроля. Научные труды конференции. М., 1991. С. 17-21.
6. Вершинин А.А., Петров А.М., Каримуллин Л.К., Игнатьев Ю.А. Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв // Вестник Казанского технологического университета. 2012. №8 С.207-210.
7. Владимиров В.В. Оценка экологии почв. –М.: Инфра-М, 2004. С. 320.
8. Водяницкий Ю. Н. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение. 2010. № 10. С. 1276–1280.
9. Высоцкий В.С., Перлин В.И. Некоторые вопросы развития крупнейших городов и агломераций // Промышленное и гражданское строительство, 2005. №7. С. 5-6.
10. Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы. М.:, 2003. 266 с.
11. Горький А. В., Петрова Е. А. Загрязнение почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами С-Пб, 2010. 218 с.
12. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
13. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
14. Даринский А. В. География Ленинграда. — Л.: Лениздат, 1982.

15. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2014 году/ под редакцией И.А.Серебрицкого – СПб.: ООО «Дитон», 2015. – 180 с.
16. Етеревская Л. В., Донченко М. Т., Лехциер Л. В. К вопросу о систематике и классификации техногенных почв // Рекультивация земель в СССР: Тезисы Всесоюзной научно-технической конференции. М., 1982. Т. 2. С. 67-70.
17. Закон г. Москвы от 04.07.2007 N 31 (ред. от 29.04.2015) "О городских почвах".
18. Закон г. Москвы от 05.05.1999 N 17 (ред. от 07.05.2014) "О защите зеленых насаждений".
19. Закон № 155-21 «Об экологическом мониторинге на территории Санкт-Петербурга» от 17.04.2006 г.
20. Закон № 396-88 «О зелёных насаждениях в Санкт-Петербурге» от 28.06.2010 г.
21. Каздым А.А. Техногенные отложения и культурный слой – к вопросу о систематике и классификации. // Минералогия техногенеза 2007. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007.
22. Капелькина Л. П. Эколого-гигиенические аспекты нормирования загрязняющих веществ в почвах мегаполисов // Сб. мат. V Междунар. конф. «Проблемы обращения с отходами лечебно-профилактических учреждений». М., 2009. С. 58–68.
23. Классификация и диагностика почв СССР. М.: «Колос», 1977. 224 с.
24. Классификация и диагностика почв России / авторы и составители: Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Смоленск: Ойкумена, 2004. 235 с.
25. Ларионов М.В. Агрохимическая характеристика почв в пределах урбанизированных территорий Поволжья // Современные проблемы науки и образования. 2012. №3 С.307.
26. Ленинград: Историко-географический атлас. — М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1981.
27. Матинян Н. Н., Бахматова К. А., Шешукова А. А. Почвы бывшей усадьбы Шереметьевых (Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, 34) // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. Биология. 2008. Вып. 2. С. 91–100.
28. МУ 2.1.7.730-99. Почва, очистка населённых мест, бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест. Методические указания. Минздрав России, Москва 1999.

29. Наконечный Н.В., Фахрутдинов А.И. Агрохимический мониторинг почв города Сургута // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. №1-8 С.2054-2060.
30. Нестеров Д. А., Максимова А. М., Финаров Д. П. Загрязнение почв Красногвардейского района Санкт-Петербурга тяжелыми металлами. [Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А. И. Герцена на 2012 – 2016 годы (мероприятие 2.3.1)].
31. Огородникова Е. Н., Николаева С. К. Техногенные грунты. М.: Изд-во МГУ, 2004. 249 с.
32. Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга. <http://gov.spb.ru/>
33. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2002 году / под ред. Д. А. Голубева, Н. Д. Сорокина. СПб., 2003. С. 241–254.
34. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2010 году. Санкт-Петербург, 2011. С. 241–254.
35. Петербург в цифрах. *официальный сайт*. Администрация Санкт-Петербурга. Обращение 08.05.2016.
36. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 17.04.2003 №53 (ред. от 25.04.2007).
37. Пояснительная записка к проекту закона Санкт-Петербурга "Об охране почв в Санкт-Петербурге".
38. Правила охраны почв в Санкт-Петербурге (Вторая редакция) разработаны: Российским геоэкологическим центром – филиалом ФГУГП "Урангео" (Горький А.В., Потифоров А.И.); ФГУЗ «Центр эпидемиологии и гигиены в г.Санкт-Петербург» (Бек И.М., Ямсон В.А.), Санкт-Петербург, 2006.
39. Санкт-Петербург: Энциклопедия. — М.:Российская политическая энциклопедия, 2006.
40. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». – М: Госсанэпиднадзор России, С. 26 – 2003.
41. Слепян Э. И., Волошко Л. Н., Дзюба О. Ф. и др. Растительный мир Невского проспекта и природная среда исторического центра Санкт-Петербурга // Жизнь и безопасность. 1997. № 2–3. С. 406–453.
42. Смирнов В. Г. и др. Анализ распределения потенциально опасных химических и биологических веществ на территории Санкт-Петербурга и оценка их

- количественного и качественного состава с детской заболеваемостью // Журнал «Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии им. ИИ Мечникова. – №. 4. – С. 68-72. – 2003.
43. Сморгалов И. А., Воробейчик Е. Л. Почвенное дыхание лесных экосистем в градиентах загрязнения среды выбросами медеплавильных заводов, 2011. Институт экологии растений и животных УрО РАН, Экология, 2011, № 6, с. 429–435.
44. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по городу Санкт-Петербургу и Ленинградской области. <http://petrostat.gks.ru/>
45. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В. Эколого-геохимическая оценка состояния почв исторического центра Санкт-Петербурга. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7: Геология. География. 2014. №2. С. 122-136.
46. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 28.11.2015) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
47. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 28.11.2015) "О техническом регулировании".
48. Шеин Е.В. Курс физики почв. Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. С. 432 с.
49. Экологический портал Санкт-Петербурга. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. <http://www.infoeco.ru/>
50. Anderson J.P.E., Domsch K.H.A. Physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Biochem. 1978. V. 10. № 3. P. 215–221.
51. Bullock, P. and Gregory, P. J. (1991) Soils: a neglected resource in urban areas. In Soils in the urban environment (P. Bullock and P. J. Gregory, eds.), pp. 1–5. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Great Britain.
52. Inman J.C., Parker G.R. Decomposition and heavy metal dynamics of forest litter in northwest Indiana // Environ. Poll. 1978. V. 17. P. 34–51.
53. International Soil Science Society (ISSS)-International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)-Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1994) World reference base for soil resources draft (O. C. Spaargaren, ed.), Wageningen/Rome.
54. McDonnell, M. J. and Pickett, S. T. A. (1990) The study of ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. Ecology 71, 1232–1237.

55. Scharenbroch B.C., Lloyd V.E., Johnson Maynard J.L. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties // *Pedobiologia*. 2005. V. 49. P. 283–296.
56. Short J.R., Fanning D.S., McIntosh M.S., Foss J.E., Patterson J.C. Soils of mall in Washington, DC. I. Statistical summary of properties // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1986. V. 50. P. 699–705.
57. Soil Survey Staff. (1975) *Soil Taxonomy – a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook 436, Washington, DC.
58. W. R. Effland and R. V. Pouyat, “The Genesis, Classification, and Mapping of Soil in Urban Areas,” *Urban Ecosystems*, Vol. 1, No. 4, 1997, pp. 217-228.